

A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NAS
REDES DE TELECOMUNICAÇÕES
E
TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Estudo de Caso: Hospital da Prelada-Porto

Albino Costa da Silva



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2015

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de
DSEE - Dissertação do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de
Energia

Candidato: Albino Costa da Silva, N° 1830374, 1830374@isep.ipp.pt

Orientação científica: António Araújo Gomes, aag@isep.ipp.pt

Empresa: Hospital da Prelada



Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia

2015

A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
NAS
REDES DE TELECOMUNICAÇÕES
E
TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Estudo de Caso: Hospital da Prelada-Porto

À minha mãe.

“Mesmo que estejas no caminho certo, serás atropelado se te limitares a
ficar sentado”

WILL ROGERS

Humorista americano

Agradecimentos

A todos os colegas do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica – Sistemas Elétricos de Energia, pelos bons momentos partilhados.

A todos os professores do mestrado, que me proporcionaram o conhecimento, para uma visão diferente e mais prospetiva dos Sistemas Elétricos de Energia.

À diretora do Mestrado, Professora Doutora Teresa Nogueira, que ao aceitar o tema de tese que lhe propus, permitiu-me desenvolver uma temática que há muito me despertava o interesse, - a inseparabilidade entre as tecnologias dos sistemas elétricos de energia e as tecnologias das comunicações.

Ao meu orientador, Professor Mestre António Gomes, por aceitar compartilhar comigo os seus vastos conhecimentos na área das instalações elétricas especiais dos grandes edifícios, e a grande disponibilidade de tempo e conhecimentos, que dispensou para a realização desta tese.

Ao meu amigo, e colega de carteira nas salas do Instituto Superior de Engenharia do Porto no início dos anos oitenta, Mestre em Engenharia Arlindo Maia, pelo contributo que os seus vastos conhecimentos em tecnologias de informação em edifícios hospitalares deram a esta tese.

Aos vários colegas que diariamente trabalham nas empresas operadoras – PT Portugal, Vodafone e NOS -, pela informação que lhes foi possível prestar, dentro das regras de mercado e confidencialidade a que estão obrigados

À mestranda em Enfermagem Médico-Cirúrgica, Enfermeira Inês Silva, por me ajudar a compreender melhor o funcionamento de um estabelecimento hospitalar.

À minha família, por estar sempre presente.

Resumo

A presente tese pretende fazer uma abordagem ao crescimento dos consumos de energia elétrica, que se tem verificado, nos últimos anos, no setor das telecomunicações e das tecnologias de informação; devido ao constante crescimento das redes, dos equipamentos a ela ligados e do tráfego que nelas transita. Num contexto de globalização da economia, no qual, as redes de telecomunicações e de energia elétrica são dois dos maiores contribuintes, a presente tese procura encontrar enquadramentos e soluções para um dos maiores desafios que a humanidade enfrenta atualmente, e que em parte, é consequente dessa globalização: encontrar novas fontes e formas de utilização da energia, -particularmente da energia elétrica - para que a humanidade continue a usufruir, de uma forma sustentável, dos benefícios que a mesma proporciona.

Na primeira parte, procura-se fazer uma abordagem que utiliza fontes de informação e conhecimento, do mercado global, nomeadamente, entidades reguladoras e normalizadoras, operadores, fornecedores de tecnologias e consumidores, que abrangessem os três maiores mercados mundiais – União Europeia, Estados Unidos da América e Ásia-Pacífico. Considerou-se fundamental fazê-lo, por se tratar de uma dissertação no âmbito de um Mestrado com o selo de garantia EUR-ACE.

Ao longo da dissertação analisou-se a temática da eficiência energética nas redes de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicação, um tema cada vez mais pertinente, já que o número de pessoas com ligações à Internet, já supera os 3 mil milhões, e as redes passaram a ser o meio por onde são transmitidos, a cada segundo, terabytes de sinais de voz, dados e vídeo.

Procurou-se encontrar as linhas de orientação que estão a ser traçadas, para otimizar os consumos energéticos, de um complexo sistema convergente de redes e serviços, formado por entidades reguladoras e normalizadoras, operadores, fornecedores de tecnologias e consumidores, onde nem sempre as fronteiras estão perfeitamente definidas. Perante a constatação da realidade exposta, analisou-se as políticas energéticas desenvolvidas nos últimos anos, pelos vários *players* do mercado das telecomunicações, das tecnologias de informação e dos sistemas elétricos de energia bem como algumas métricas e objetivos comumente aceites.

São analisados os contributos das partes interessadas, para o desenvolvimento de políticas energéticas eficazes, por forma a permitirem uma implementação, que considere o funcionamento dos equipamentos como um todo, e não de uma forma isolada como tradicionalmente o assunto era abordado. As especificidades na forma como funcionam as redes de telecomunicações e respetivos equipamentos, são expostas sobre várias óticas, comprovando-se que a temática da eficiência energética é uma das áreas mais difíceis lidar, de todas as consideradas nas políticas energéticas. Demonstrou-se que muitos dos equipamentos não estão otimizados em termos de gestão de energia, procurou-se evidenciar as consequências dessa realidade, uma vez que os equipamentos referidos, têm a necessidade de estar permanentemente a ser alimentados pela rede de energia elétrica, para garantir as funções para que foram projetados. Da pesquisa efetuada e descrita ao longo da dissertação, constatamos o empenho de toda a comunidade científica, operadores e agências de energia e de telecomunicações, em resolver o problema, já que há a consciencialização de que o ritmo de crescimento da rede e equipamentos terminais, é superior ao registado na melhoria da eficiência energética dos vários componentes e equipamentos terminais.

Na segunda parte do relatório da tese, procurou-se testar a aplicabilidade das normas e recomendações dos organismos que tutelam a atividade a nível global - algumas publicadas nos últimos 2 anos - a um caso prático. Um edifício hospitalar de média dimensão. Foi elaborada uma aplicação informática, que suportada numa metodologia padronizada, seja capaz de fazer a avaliação da eficiência energética dos equipamentos serviços de telecomunicações de informação e comunicação em funcionamento do hospital.

Por dificuldades de disponibilidade dos responsáveis do edifício, os resultados ficaram aquém do esperado. Conseguiu-se desenhar a aplicação, inventariar-se apenas parte dos equipamentos. Demonstrou-se que, a forma como alguns equipamentos estão a ser utilizados, não cumprem regras de utilização racional e eficiente. Procurou-se sensibilizar alguns dos responsáveis, para a necessidade de alterar comportamentos e prosseguir o processo de inventariação, por forma, a que o trabalho iniciado atinja os objetivos propostos.

Palavras-Chave

Telecomunicações, tecnologias de informação e comunicação, eficiência energética.

Résumé

L'objectif principal de cette thèse est d'analyser la croissance de la consommation d'énergie, qui a été observé, ces dernières années, dans l'industrie des télécommunications en raison de la croissance constante des réseaux et de l'équipement relié à celui de suivre les données de plus en plus tarifs et du trafic Internet. Dans le contexte de la mondialisation économique, dont les réseaux de télécommunications et d'électricité sont deux des plus gros contributeurs, cette thèse vise à identifier les cadres, et des solutions, à l'un des plus grands défis auxquels l'humanité doit faire face aujourd'hui, et qui est en partie une conséquence de la mondialisation: la recherche de nouvelles sources d'énergie, notamment électrique - afin que l'humanité continue de bénéficier d'une manière durable.

Dans la première moitié de la thèse, nous utilisons une approche qui prend en considération diverses sources d'information et la connaissance du marché mondial, en particulier des organismes de réglementation de l'industrie, des fournisseurs de technologie et les consommateurs contre les trois principaux marchés mondiaux: Union européenne, États-Unis d'Amérique et Asie-Pacifique. Fondamentalement, cela est parce que la thèse est basée sur une maîtrise avec le sceau et l'approbation de EUR-ACE.

Tout au long de la dissertation, une analyse de l'efficacité énergétique se fait en ce qui concerne les réseaux de télécommunications et des technologies de l'information et de la communication, un problème de plus en plus pertinente, puisque le nombre de personnes ayant des connexions Internet, dépasse déjà de trois milliards. Actuellement, les réseaux sont devenus les moyens par lesquels, à chaque seconde, des téraoctets de signaux vocaux, de données et les flux vidéo sont transmis.

Nous avons essayé de trouver les lignes directrices qui sont suivies, afin d'optimiser la consommation d'énergie, un système convergent complexe de réseaux et services, constituée d'organismes de réglementation et les normalisateurs, les opérateurs, les fournisseurs de technologie et les consommateurs, où les frontières ne sont pas toujours parfaitement définis. À la lumière de nos résultats et en gardant à l'esprit la réalité d'aujourd'hui, nous avons analysé les politiques énergétiques menées ces dernières années par les différents acteurs dans les systèmes du marché des télécommunications,

technologies de l'information et d'approvisionnement électrique, ainsi que certains indicateurs et objectifs communément acceptés.

Nous avons analysé les contributions des différentes entités intéressées par le développement de politiques énergétiques efficaces qui permettent la mise en œuvre de l'équipement dans son ensemble plutôt que séparément comme il a été fait traditionnellement. Les détails de la façon réseaux de télécommunications et leur fonction respective de l'équipement, sont détaillées à partir des points de vue différents, démontrant ainsi que l'idée de l'efficacité énergétique est un domaine difficile à gérer compte tenu des différentes politiques énergétiques. Nous avons démontré que la plupart des équipements ne sont pas configurés en termes d'efficacité énergétique maximale, dans un effort pour établir les conséquences de la cette réalité, puisque le besoin de l'équipement avant mentionnée à être connecté en permanence au réseau d'énergie afin de garantir qu'ils exercent et la fonction aux spécifications, ils ont été conçus. Selon la recherche effectuée et décrite dans le mémoire, nous pouvons dire que la communauté scientifique, les opérateurs et les agences de l'énergie et des télécommunications se sont engagés à résoudre le problème. Il ya une prise de conscience générale que le niveau de la croissance des réseaux et des équipements terminaux raccordés, est supérieure à la capacité d'améliorer l'efficacité énergétique des différents composants des réseaux et de leur équipement terminal.

Deuxièmement, la dissertation procure pour tester l'applicabilité des normes et des recommandations des entités qui réglementent l'industrie au niveau mondial - dont certaines ont été établies dans les deux dernières années - à un cas spécifique. Un bâtiment de l'hôpital de dimension moyenne. Un programme de logiciel a été développé, sur la base d'une méthode à motif qui est capable d'évaluer le rendement énergétique de l'équipement de service de télécommunication utilisé à l'hôpital.

En raison de difficultés liées à la disponibilité du personnel en charge des services techniques de l'hôpital, les résultats définitifs ne sont pas comme prévu. Il était possible de démontrer comment certains équipements sont utilisés sans égard aux lignes directrices du fabricant pour une opération plus rationnelle et efficace. Un effort a été fait pour sensibiliser le personnel sur la nécessité de modifier leur comportement et de

poursuivre le processus de catalogage pour que les mesures prises initialement obtenir des résultats tangibles.

Mots-clés

Télécommunications; technologies de l'information et de la communication; efficacité énergétique.

Abstract

The main objective of this thesis is to analyse the growth of power consumption, which has been observed, in recent years, in the telecommunications industry due to the constant growth of the networks and the equipment connected to it to keep up with the ever increasing data rates and internet traffic. In the context of economic globalization, of which telecommunications and electricity networks are two of the biggest contributors, this thesis seeks to identify the frameworks, and solutions, to one of the greatest challenges that humanity faces today, and that is, in part a consequence of globalization: finding new sources of energy, particularly electrical - so that humanity continues to benefit in a sustainable manner.

In the first half of the thesis, we are using an approach that takes into consideration various sources of information and knowledge of the global market, especially from industry regulators, technology suppliers and consumers from the three major world markets: European Union, United States of America and Asia-Pacific. Fundamentally, this is because the dissertation is based on a Master's Degree with the seal and approval of EUR-ACE.

Throughout the dissertation, an analysis of energetic efficiency is done regarding telecommunications networks and information and communication technologies, an increasingly relevant issue, since the number of people with Internet connections, already exceeds three billion. Currently, networks have become the means by which, every second, terabytes of voice signals, data and video feeds are transmitted.

We tried to find the guidelines that are being followed, to optimize energy consumption, a complex convergent system of networks and services, made up of regulators and standard setters, operators, technology providers and consumers, where borders are not always perfectly defined. In light of our findings and keeping in mind today's reality, we analysed the energy policies pursued in recent years by the various players in the telecommunications market, information technology and electrical supply systems, as well as some commonly accepted metrics and goals.

We analysed the contributions of various entities interested in the development of efficient energy policies that allow for the implementation of equipment as a whole

rather than individually as it was traditionally done. The specifics of how telecommunications networks and their respective equipment function, are explained from varying viewpoints, thus demonstrating that the idea of energy efficiency is an area difficult to cope with considering the various energy policies. We demonstrated that most equipment are not configured in terms of maximum energy efficiency, in an effort to establish the consequences of this reality, since the before mentioned equipment need to be permanently connected to the energy grid in order to guarantee that they perform and function to the specifications they were designed for. According to the research done and described in the dissertation, we can say that the scientific community, operators and energy and telecommunication agencies are committed to resolving the issue. There is a general awareness that the level of growth of the networks and terminal equipment connected to them, is greater than the capability to improve the energetic efficiency of the various components of the networks and their terminal equipment.

Secondly, the dissertation procures to test the applicability of the norms and recommendations of the entities that regulate the industry on a global level – some of which have been established in the last two years – to a specific case. A hospital building of medium dimension. A software program was developed, based on a patterned methodology that is capable of evaluating the energetic efficiency of the telecommunication service equipment being used in the hospital.

Due to difficulties related to the availability of the staff in charge of the technical services of the hospital, the final results were not as expected. It was possible to demonstrate how some equipment is used without regards to manufacturer guidelines for a more rational and efficient operation. An effort was made to raise awareness of the staff regarding the need to alter their behaviour and proceed with the process of cataloguing in order for the steps taken initially achieve tangible results.

Keywords

Telecommunications; Information and communication technologies; Energy efficiency.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. MOTIVAÇÃO.....	6
1.3. OBJETIVOS	12
1.4. CALENDARIZAÇÃO ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO.....	16
1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	18
2. TELECOMUNICAÇÕES – ESTADO ATUAL E INDICADORES DE EVOLUÇÃO	19
2.1. ESTADO ATUAL DAS TELECOMUNICAÇÕES	19
2.2. O FUTURO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES E DOS EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO	22
2.2.1. ASPETOS GERAIS.....	22
2.2.2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS TELECOMUNICAÇÕES	23
2.2.3. PRINCIPAIS CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA NAS TELECOMUNICAÇÕES.....	25
2.2.3.1. ENQUADRAMENTO.....	25
2.2.3.2. DATA CENTER.....	26
2.2.3.3. PEQUENOS EQUIPAMENTOS DE REDE	36
2.2.3.4. AS REDES	44
2.2.4. O PAPEL DAS AUTORIDADES REGULADORAS E NORMALIZADORAS	45
2.2.4.1. ASPETOS GERAIS	45
2.2.4.2. UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (IUT)	

2.2.4.3.	AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (IEA)	52
2.2.4.4.	EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARD INSTITUTE (ETSI).....	54
2.2.4.5.	AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (EPA)	54
2.2.4.6.	ORGANIZAÇÃO <i>GREENTOUCH</i>	55
2.2.4.7.	A NORMA IEC 62087: 2011	57
2.2.5.	FORNECEDORES DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS.....	58
2.2.5.1.	ASPETOS GERAIS	58
2.2.5.2.	NOVAS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	58
2.2.6.	AQUISIÇÃO COOPERATIVA DE TECNOLOGIAS INOVADORAS.....	62
3.	AS NOVAS SOLUÇÕES DE REDE E EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES	64
3.1.	ASPETOS GERAIS	64
3.2.	MELHOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	64
3.3.	REDES FIXAS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	65
3.3.1.	GENERALIDADES	65
3.3.2.	A TRANSIÇÃO ENTRE AS REDES DE ACESSO EM PAR DE COBRE E AS DE FIBRAS ÓTICAS.....	66
3.3.3.	AS MODERNAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES	75
3.3.4.	AS REDES EM FIBRAS ÓTICAS	81
3.4.	EQUIPAMENTOS TERMINAIS	83
3.4.1.	AS RECENTES INOVAÇÕES.....	83
3.4.2.	CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA DOS NOVOS EQUIPAMENTOS	85

3.5.	EQUIPAMENTOS TERMINAIS TELEFÓNICOS	86
3.5.1.	GENERALIDADES.....	86
3.5.2.	OS DIVERSOS TIPOS DE EQUIPAMENTOS	87
3.5.3.	MODOS DE OPERAÇÃO	88
3.5.4.	REQUISITOS DE POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO	89
3.5.5.	REQUISITOS DE GESTÃO DA ENERGIA	91
3.6.	EQUIPAMENTOS DE TELEVISÃO.....	92
3.6.1.	GENERALIDADES.....	92
3.6.2.	OS VÁRIOS TIPOS DE EQUIPAMENTO	92
3.6.3.	MODOS DE OPERAÇÃO	93
3.6.4.	REQUISITOS DE POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO	94
3.7.	TELEVISÃO DIGITAL	100
3.8.	FONTES DE ALIMENTAÇÃO EXTERNA.....	111
3.9.	EQUIPAMENTOS DE REDE	115
3.9.1.	ASPETOS GERAIS.....	115
3.9.2.	EQUIPAMENTO TERMINAL DE CLIENTE	116
3.9.3.	EQUIPAMENTO TERMINAL DE CLIENTE (ETC) DE ACESSO À REDE	118
3.9.4.	MODOS DE OPERAÇÃO	119
3.9.4.1.	EQUIPAMENTOS TERMINAIS.....	119
3.9.4.2.	EQUIPAMENTOS DE REDE	125
3.9.5.	REQUISITOS DE POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO	126
3.9.5.1.	EQUIPAMENTOS DE ACESSO À REDE	126

3.9.5.2. EQUIPAMENTOS DE REDE	134
4. ESTUDO DE CASO – HOSPITAL DA PRELADA – PORTO.....	142
4.1. ASPETOS GERAIS.....	142
4.2. CARATERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES.....	143
4.3. CARATERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS PRESTADOS	144
4.4. SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	146
4.5. REDE DE TELECOMUNICAÇÕES.....	148
4.5.1. ASPETOS GERAIS.....	148
4.5.2. INFRAESTRUTURAS DE REDES FIXAS DE TELECOMUNICAÇÕES E DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES (TIC).....	148
4.5.3. EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES (TIC)	152
4.5.4. EQUIPAMENTOS TERMINAIS DE LINHA DOS OPERADORES 152	
4.5.5. DATA CENTER	155
5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS DE TRABALHO	182
5.1. COMENTÁRIOS ACERCA DO TRABALHO REALIZADO.....	182
5.2. CONTRIBUTOS	184
5.3. PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO	186
6. BIBLIOGRAFIA E WEBGRAFIA.....	192
6.1. REFERÊNCIAS PRINCIPAIS	192
6.2. REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emissões globais, de gases de efeito estufa, nas infraestruturas de telecomunicações e equipamentos [Fonte: bb-annual report 2014]	4
Figura 2. Emissões globais, de gases de efeito estufa, nas telecomunicações e nos equipamentos [Fonte: Ericsson energy and carbon report]	4
Figura 3. Infografia da história do cabo de par de cobre [Fonte: Alcatel-Lucent]	6
Figura 4. Crescimento de utilizadores de Internet. [Fonte: ITU <i>World Telecommunications ICT Indicators database</i> , 2014]	7
Figura 5. Taxas de crescimento de utilizadores de Internet	8
Figura 6. Crescimento de acessos à rede fixa de telecomunicações, por cada tecnologia, em Portugal [Fonte: ANACOM, informação estatística do serviço de acesso à internet 4.º trimestre de 2014].....	9
Figura 7. Crescimento tráfego (em Terabytes) em banda larga, redes fixa e móvel, em Portugal. [Fonte: ANACOM, informação estatística do serviço de acesso à internet 4.º trimestre de 2014].....	10
Figura 8. Performance de Portugal no índice <i>Digital Economy and Society Index</i> (DESI) [Fonte: <i>European Comission, Digital Scoreboard</i> 2015].....	11
Figura 9. Previsões de crescimento do tráfego [Fontes: RHK, <i>Mckinsey</i> , <i>JPMorgan</i> , <i>AT&T</i> , <i>MINTS and Bell Labs Analysis</i>].....	12
Figura 10. Planeamento dos trabalhos da tese em <i>MicroSoftProject</i>	18
Figura 11. Estimativas de consumo anual dos vários componentes de rede	19
Figura 12. Previsões de consumo de energia elétrica na Internet até 2025 considerando, as taxas atuais de crescimento de tráfego e utilizadores.....	21
Figura 13. Quem regula o quê, nas Tecnologias de Informação e Comunicação [Fonte: Telecomunicações da UIT Base de dados de regulamentação final de 2013)]	22
Figura 14. <i>The global energy footprint of information and communication technologies in 2013</i> [Fonte: <i>International Energy Agency</i> (2014), <i>More Data Less Energy</i> 2014, OECD/IEA, Paris]	25
Figura 15. <i>Layout</i> de um <i>Data Center</i> [Fonte: Schneider Electric, Nov. 2009].....	27

Figura 16. Cenário BAU (valores a condições atuais) até 2020, para consumo energia elétrica em TWh/ano, nas TIC na zona UE a 25 [Fonte: EU DG INFSO <i>Final report-impacts of ICT Energy</i> setembro 2008 pag.8]	28
Figura 17. Cálculo do <i>Power Usage Effectiveness</i> num <i>Data Center</i>	32
Figura 18. Envolvente exterior do edifício, e interior de uma das salas de Tecnologias de Informação, do <i>Data Center</i> da Covilhã	34
Figura 19. <i>Access Point Wireless</i>	37
Figura 20. Imagem de um <i>switch</i>	38
Figura 21. Imagem de um <i>Integrated Access Device</i>	39
Figura 22. Imagem de um <i>Optical Network Termination</i>	40
Figura 23. Gráfico com a evolução horária dos diferentes modos de funcionamento dos equipamentos audiovisuais (esquerda) e, no quadro à direita, o diagrama de carga médio dos equipamentos audiovisuais [Fonte: DGGE 2004]	42
Figura 24. Evolução horária dos diferentes modos de funcionamento dos equipamentos informáticos (à esquerda) e, à direita, diagrama de carga médio dos equipamentos informáticos [Fonte: DGGE 2004]	43
Figura 25. Diagrama tipo de uma rede [Fonte: <i>EES For The IEA 4E Standby Annex</i> , Março de 2014].....	45
Figura 26. Distribuição do consumo anual de energia (referenciado a 2010), de um ciclo típico, de um modelo de consola de jogos [Fonte: <i>International Energy Agency (2014), More Data Less Energy 2014, OECD/IEA, Paris</i>]	46
Figura 27. Estimativas de consumo global atual, de energia elétrica, e potencial de poupança dos dispositivos TIC ligados à rede (Fonte: <i>International Energy Agency (2014), More Data Less Energy 2014, OECD/IEA, Paris</i>)	53
Figura 28. Eficiência energética esperada para as inovações da <i>GreenTouch</i> [Fonte: <i>GreenTouch_Green_Meter_Research_Study_26_June_2013.pdf</i>]	57
Figura 29. Modelo de <i>Router Wireless</i> [Fonte: Cisco].....	60
Figura 30. Aspeto de uma sala de transmissão de telecomunicações.....	61

Figura 31. Principais fatores da Eficiência Energética das Redes e Tecnologias de Informação e Comunicação.....	65
Figura 32. Caraterísticas de transmissão de cabo de cobre de 400m, utilizando um ou dois pares de condutores de diâmetro 0,6mm, em função das tecnologias usadas (adaptado de http://www.alcatel-lucent.com/products/phantom-mode (2015.02.23)	66
Figura 33. A evolução da rede de acesso - dilema arquitetura/tecnologia [Fonte Bells Labs]	70
Figura 34. Desempenho teórico das várias tecnologias xDSL em função do comprimento do lacete [fonte: IDATE].....	71
Figura 35. Camadas de uma rede [Fonte Alcatel-Lucent].....	76
Figura 36. Opções de solução tomadas pelos diversos países europeus pertencentes ao Conselho FTTH [Fonte: IDATE <i>and</i> FTTHCouncil-AR2013_2014_ Final.pdf, fev, 2014].....	79
Figura 37. Evolução dos subscritores de serviços de televisão distribuídos pelas várias tecnologias [Fonte: ANACOM, relatório do 1T 2015]	81
Figura 38. Configuração exemplo de rede de cliente e pontos fronteira.....	116
Figura 39. Ensaio do lacete xDSL que serve o edifício hospitalar, caraterísticas elétricas	154
Figura 40. Ensaio do lacete xDSL que serve o edifício hospitalar, caraterísticas de transmissão	155
Figura 41. Aspeto parcial da ferramenta informática	181

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Utilizadores de internet: ligados no ano 2013, previsões para o ano 2018, por região do mundo [Fonte: Cisco]	2
Tabela 2. Previsões para 2018, detalhadas por região mundial, para os utilizadores domésticos (em percentagem da população), número médio de dispositivos terminais por Unidade de Alojamento (UA) e número de UA com acesso à rede. [fonte: Cisco, 2014]	3
Tabela 3. Diferentes níveis, de eficiência energética, propostos pelo <i>Green-Greed</i> , para <i>Data Center</i>	33
Tabela 4. Ligações ativas e taxa de penetração. Adaptado de <i>Key ICT indicators for the ITU/BDT regions (totals and penetration rates)</i> [Fonte: IUT 2015]	48
Tabela 5. Valores comparativos das várias tecnologias xDSL [Adaptado de Bell Labs. http://alcatel-lucent.com/press/2014]	75
Tabela 6. Evolução do total de alojamentos cablados com tecnologias de Banda Larga, em Portugal. Adaptado de ANACOM, relatório 1T 2015 [Fonte: www.anacom.pt , consultado em 205.06.10)	80
Tabela 7. Evolução dos subscritores de TV por tipo de tecnologia, em Portugal [Fonte: ANACOM 2015, Serviço de Televisão por Subscrição - 1.º trimestre de 2015]	80
Tabela 8. Potência de Base Permitida, PBase (W)	90
Tabela 9. Potência Permitida (PADDi) (W) por funcionalidade presente no equipamento	90
Tabela 10. Potência permitida para equipamentos <i>proxy</i> externo	91
Tabela 11. Energia anual permitida para as funcionalidades básicas	105
Tabela 12. Energia anual permitida para as funcionalidades adicionais	105
Tabela 13. Valores de tempo diário por modo de operação	108
Tabela 14. Sem potência de carga (No-load Power Consumption)	113
Tabela 15. Sem carga (excluem-se as fontes externas de potência de baixa tensão.....	113
Tabela 16. Sem carga e fontes externas de potência de baixa tensão	114

Tabela 17. Tipos de equipamento terminal de cliente	117
Tabela 18. Tipos de equipamento terminal de rede	118
Tabela 19. Estado inativo das Home Gateways (HGW)	120
Tabela 20. Definição do Estado Inativo para Equipamentos Simples de Acesso a Banda Larga.....	121
Tabela 21. Definições do Estado Inativo, para equipamentos de infraestruturas de rede doméstica.....	121
Tabela 22. Definições do estado inativo, para outros equipamentos de rede doméstica	121
Tabela 23. Definição do estado <i>on</i> de uma <i>gateway</i>	122
Tabela 24. Definição do estado <i>on</i> para os vários equipamentos simples de acesso a banda larga.....	125
Tabela 25. Definição do estado <i>on</i> para outros equipamentos de rede doméstica	125
Tabela 26. Valores objetivo para as potências das funções principais para uma <i>gateway</i> doméstica com interface WAN (Gateway Home Plus interface WAN)	128
Tabela 27. Valores objetivo para as potências das funções principais para uma <i>gateway</i> doméstica com interface LAN (Gateway Home interface LAN)	129
Tabela 28. Valores objetivo da potência total dos Equipamentos Terminais de Acesso de Banda Larga, Modem e NT	131
Tabela 29. Potência total dos Equipamentos Periféricos alimentados por USB (placas USB)	132
Tabela 30. Valores objetivo, da potência para os Equipamentos de Infraestrutura de Rede Doméstica.....	133
Tabela 31. Valores objetivo da potência total para Outros Equipamentos de Rede Doméstica	134
Tabela 32. Valores objetivo da potência total para os Equipamentos xDSL no Estado de Plena Carga.....	135

Tabela 33. Valores objetivo da potência total para Portos xDSL no Estado Baixa Carga	136
Tabela 34. Valores objetivo da potência total para Portos xDSL no Estado Standby..	136
Tabela 35. Valores objetivo para o nível 1 e nível 2, da potência total para Portos POTS/MSAN.....	137
Tabela 36. Valores objetivo da potência total para Terminal de Linha Ótico, para Portos PON	138
Tabela 37. Valores objetivo da potência total para Terminal de Linha Ótico para Portos PtP.....	140
Tabela 38. Valores objetivo da potência total para Equipamentos de Rede Wi-Fi	141
Tabela 39. Principais caraterísticas dos televisores instalados no Hospital da Prelada	163
Tabela 40. Principais caraterísticas dos novos modelos de televisores propostos para instalação no Hospital da Prelada.....	171

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4E	Energy Efficient End-use Equipment
4E IEA	Energy Efficient End-use Equipament da International Energy Agency
ABC	Controlo Automático do Brilho
AC	Alternate Current
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AEA	Annual Allowance Energy
AEI	Áreas Estratégicas de Investigação
ANACOM	Autoridade Nacional das Comunicações
AON	Active Optical Network
AP	Access Point
ARN	Autoridades Reguladoras Nacionais
ARPU	Average Revenue Per Unit
ASCII	American Standard Code for Information
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions
BAU	Business-as-Usual
BER	Bit Error Rate
Bi-PON	Bit-Interleaved Passive Optical Network
BSR	Business For Social Responsibility
CAPEX	Capital Expenditure
CATV	Cable Access Television
CCTV	Closed-Circuit Television
CDMA	Code Division Multiple Access

CDP	Carbon Disclosure Project
CEET	Centre for Energy-Efficient Telecommunications
CO	Central Office
COCOM	Comité das Comunicações
CPE	Customer Premises Equipment
CPU	Central Processing Unit
CSTB	Set Top Boxes Complex
CSTB	Cliente Remoto Dedicado
CTT	Correios e Telecomunicações de Portugal
CVP	Caixas de Visita Permanente
DAE	Digital Agenda for Europe
DAM	Download Acquisition Mode
DC	Direct Current
DCiE	Data Center Infrastructure Efficiency
DDI	Marcação Interna Direta
DEC	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DoE	Department of Energy, Energy Star
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
EB	Exa Byte
EE	Environmental Engineering
EEE	Energy Efficient Ethernet
ENF	Enfermarias

EPA	Agência de Proteção Ambiental
ETC	Equipamentos Terminais de Cliente
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
ETSI EE	European Telecommunications Standards Institute Environmental Engineering
EUA	Estados Unidos da América
EUT	Equipment Under Test
FTTC	Fiber To The Curb
FTTH	Fiber To The Home
FTTN	Fiber To The Node
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEE	Gases de Efeito Estufa
GEEA	Alliance for Building Energy Efficiency (Allianz für Gebäude-Energie-Effizienz)
GeSI	Global e-Sustainability Initiative
GHG	Greenhouse Gas Protocol
GPON	Giga Bit Passive Network
GSM	Global System for Mobile
Gt	Giga toneladas
HDTV	High-Definition Television
HFC	Hybrid Fiber Coax Networks
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
ICP	Instituto das Comunicações de Portugal
IDC	International Data Corporation
IDC	Integrated Access Device

IEA	International Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEM	Instituto Nacional de Emergência Médica
INRIA	Inventors for Digital World
IP	Internet Protocol
IPTV	Internet Protocol
ISDN	Integrated Digital Service Network
ISO	International Organization for Standardization
ITED	Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios
ITRS	International Technology Roadmap for Semiconductors
ITU	International Telecommunication Union
ITUR	Prescrições e especificações técnicas das infraestruturas de telecomunicações em loteamentos, urbanizações e conjuntos de edifícios
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LNBL	Lawrence Berkeley National Laboratory
M2M	Machine to Machine Communications
MSAN	Multi Service Access Node
MSP	MicroSoftProject
NGA	Next Generation Access Networks
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento
OLT	Optical Line Terminations
ONG	Organizações Não-Governamentais

ONT	Optical Network Termination
OPEX	Operating Expense
ORECE	Organismo dos Reguladores Europeus das Comunicações Eletrónicas
OTP2P	Optical Transceiver Point to Point
P2P	Point to Point
PC	Personal Computer
PD	Ponto de Distribuição de cabo de Par de Cobre
PDO	Ponto de Distribuição de cabo de Fibra Ótica
PDP	Plasma Display Panel
PIT	Projeto de Instalações Telefónicas
PON	Passive Optical Network
PON	Passive Optical Networks
POTS	Plain Old Telephone Service
PtP	Point to Point
PTSTN	Rede Telefónica Fixa Pública Comutada
PUE	Power Usage Effectiveness
QoS	Quality of Service
QP	Quartos Particulares
RDIS	Rede Digital com Integração de Serviços
REF	Refeitórios e Salas de Estar
RITA	Regulamento de Instalações Telefónicas de Assinante
SFP	Small Form-Factor Pluggable (SFP)
SFP	Small Form-Factor Pluggable
SHDSL	Symmetric High-Speed Digital Subscriber

SLA	Service Level Agreement
SNE	Small Networking Equipment
STB	Set-Top Box
tanh	função tangente hiperbólica.
TB	Terabytes
TDT	Televisão Digital Terrestre
TEER	Telecommunications Energy Efficiency Ratio
TI	Tecnologias de Informação
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TLP	Telefones de Lisboa e Porto
TRC	Tubo de Raios Catódicos
TRC	Tubo de Raios Catódicos Plasma
TV	Televisão
UA	Unidade de Alojamento
UE	União Europeia
UIT	União Internacional de Telecomunicações
UPS	Uninterruptible Power Supply
USB	Universal Serial Bus
VDSL	Very Digital Subscriber Line
VFD	Variable-Frequency Drive
VGA	Video Graphics Array
VHDSL	Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line
VoD	Video-on-Demand
ZB	Zetabytes

PB	Payback
VAL	Valor Atual Líquido
TIR	Taxa Interna de Rentabilidade

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A energia elétrica consumida nas Redes de Telecomunicações e nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) não para de crescer. Por um lado, devido ao constante crescimento das redes – todos os dias, em todo o mundo, são acrescentados milhares de quilómetros de novos cabos às redes – e, por outro lado, o tráfego que transita nessas redes não para de crescer exponencialmente. As redes deixaram de ser um simples meio para a transmissão de voz, passando a ser o meio por onde são transmitidos, a cada segundo, Terabytes (TB) de sinais de voz, dados e vídeo. Em 2013, o tráfego anual mundial de comunicações baseados no *Internet Protocol* (IP) [1] foi superior a 3,1 Zetabytes¹ (ZB) e atingirá 8,6 Zetabytes até o final de 2018, ou seja, quase que triplicará em apenas cinco anos.

A capilaridade das novas redes de telecomunicações não para de crescer assim como não param de crescer as funcionalidades dos novos equipamentos das Tecnologias de Comunicação e Informação (TIC). O acréscimo destas funcionalidades tecnológicas, as múltiplas aplicações das tecnologias de infocomunicações e a hiperatividade da indústria de conteúdos, tem, como consequência, um crescimento muito acentuado do número equipamentos TIC que existe por Unidade de Alojamento (UA).

Na Tabela 1- adaptado de análise CISCO 2014 - apresentam-se os valores de utilizadores de internet ligados às redes (fixa e móvel) referentes ao ano de 2013 e são apresentadas, para as diversas regiões do mundo, as previsões para o ano 2018. Para o acesso à internet fixa², as projeções foram utilizados com base numa abordagem *bottom-up*³ que inclui a estimativa de linhas de banda larga e os utilizadores médios por família, depois de validados pelas estimativas específicas relatados por cada país. No acesso móvel, a

¹ 1 Zeta Byte (ZB) = 1×10^{21} Byte

² Internet que é transmitida através da rede fixa de telecomunicações

³ *bottom-up*, abordagem ascendente

abordagem concentrou-se no número de utilizadores de internet móvel em vez de assinaturas de ligação, evitando duplicação de valores uma vez que alguns utilizadores podem ter vários contratos de assinaturas.

Tabela 1. Utilizadores de internet: ligados no ano 2013, previsões para o ano 2018, por região do mundo [Fonte: Cisco]

Região	Utilizadores de Internet Fixa (em milhões)	Utilizadores de Internet Fixa (em milhões)	Utilizadores de Internet Móvel (em milhões)	Utilizadores de Internet Móvel (em milhões)	População Internet (em milhões)	População Internet (em milhões)
	2013	2018	2013	2018	2013	2018
Ásia-Pacífico	947 24%	1244 30%	1009 26%	1929 47%	1239	2109
Europa Central e Oriental	167 35%	232 48%	154 32%	330 68%	224	339
América Latina	184 30%	235 36%	128 21%	331 48%	235	371
Médio Oriente e África	125 9%	197 13%	155 11%	400 26%	213	431
América do Norte	256 72%	280 76%	206 58%	292 79%	287	317
Europa Ocidental	279 67%	299 71%	228 55%	238 80%	323	346

Na Tabela 2 [3] são apresentados, detalhados por região mundial, os valores das previsões para 2018 do número de Unidades de Alojamento (UA) com acesso à rede para os utilizadores domésticos (em percentagem da população) e número médio de dispositivos terminais por UA.

Tabela 2. Previsões para 2018, detalhadas por região mundial, para os utilizadores domésticos (em percentagem da população), número médio de dispositivos terminais por Unidade de Alojamento (UA) e número de UA com acesso à rede. [fonte: Cisco, 2014]

Região	Utilizadores domésticos de Internet em milhões (% da população)	Número médio de dispositivos ligados à Internet (por Unid. de Aloj.)	Número de Unidades de Alojamento com acesso à rede (% de internautas)
	2015	2018	2018
Ásia-Pacífico	2015 49%	3,8	1174 58%
Europa Central e Oriental	322 66%	4	125 39%
América Latina	355 55%	3,87	109 31%
Médio Oriente e África	410 27%	4,19	57 14%
América do Norte	309 84%	8,42	252 81%
Europa Ocidental	337 80%	6,34	267 79%

A esta democratização e massificação da utilização das TIC tem correspondido o aumento dos consumos de energia elétrica, a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e, consequentemente, o aumento da pegada ecológica. É o paradigma do Watt-bit [4].

Segundo dados do programa *Implementing Agreement for Energy Efficient End-use Equipment* (4E) promovido pela *International Energy Agency* (IEA) as redes de telecomunicações e os seus equipamentos terminais foram responsáveis, em 2002, pela emissão de 151 Mega Toneladas Equivalentes de Gases Efeito Estufa (MtCO₂e) e, se nada for feito, as projeções para 2020 apontam para valores 349 (MtCO₂e).

Na Figura 1 são apresentados os valores das emissões por tipo de rede – móvel, fixa de banda estreita, fixa de banda larga e equipamentos – em 2002, e previsões para 2020.

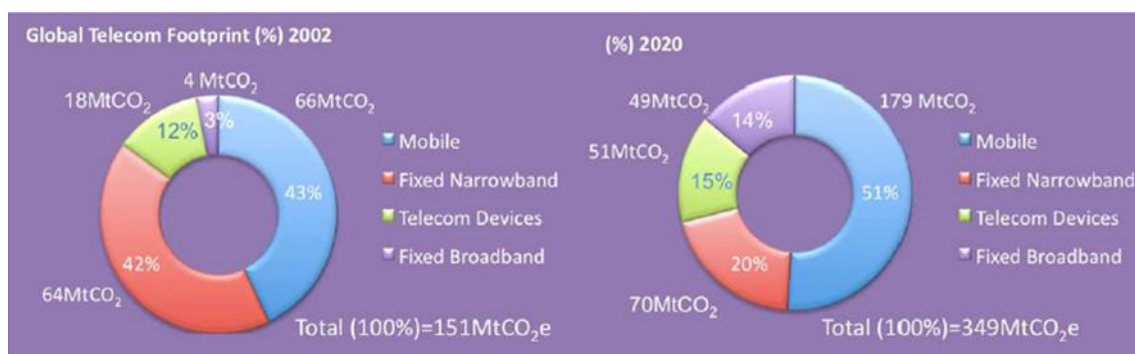


Figura 1. Emissões globais, de gases de efeito estufa, nas infraestruturas de telecomunicações e equipamentos [Fonte: bb-annual report 2014]

Uma das maiores empresas mundiais ligada ao setor das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), apresenta valores numa perspetiva diferente, pois inclui na sua análise dois dos maiores consumidores de energia elétrica das redes de telecomunicações e das TIC [6] – os *Personal Computer* e os *Data Centers* – como se mostra na Figura 2.

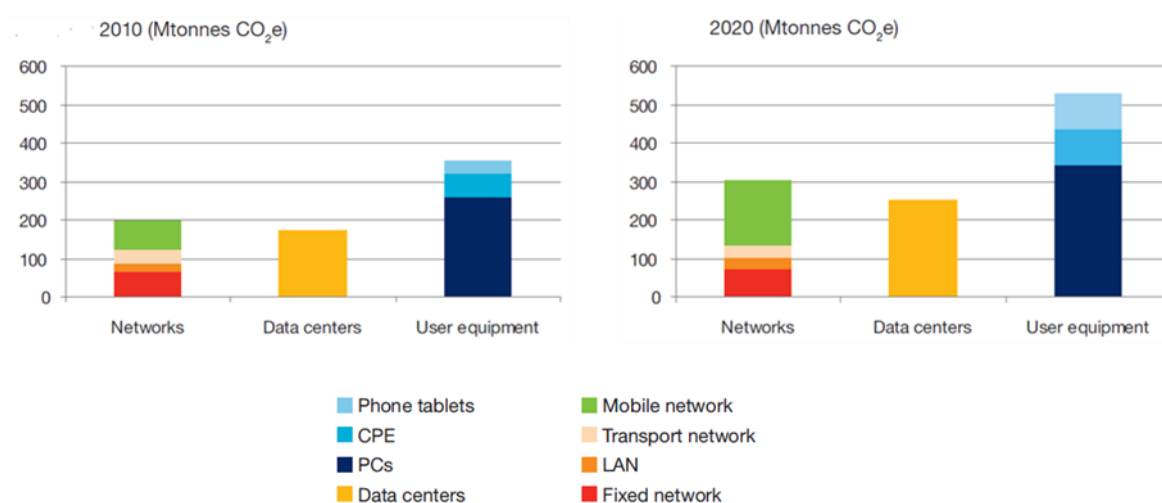


Figura 2. Emissões globais, de gases de efeito estufa, nas telecomunicações e nos equipamentos [Fonte: Ericsson energy and carbon report]

Todas as mudanças que se tem verificado nas TIC levaram a um rápido aumento da procura de energia para alimentar os milhares de milhões de dispositivos que estão de forma permanente no Estado *On*, mas que apenas são utilizados alguns minutos ou horas por dia. Atualmente, a estimativa [7] para o desperdício de energia elétrica global devido ao consumo pelo desajustamento do estado de funcionamento destes dispositivos

quando ligados às redes – de telecomunicações e de energia elétrica -, é de 400 Terawatt-hora (TWh) por ano. Sem dúvida, a capacidade de se estar no Estado *On* 24 horas por dia, 7 dias por semana, está a revolucionar a nossa sociedade.

Esta nova realidade tem, também, implicações ao nível das Redes Fixas de Telecomunicações. A instalação das primeiras redes públicas começou nos finais do século XIX, logo após a invenção do telégrafo por *Graham Bell* (ano 1876). As primeiras redes eram suportadas por pares de fios de bronze nus e, no início do século XX, começaram a ser instalados os primeiros cabos, constituídos por condutores de cobre e isolados algodão. A primeira exploração das redes telefónicas de Lisboa e Porto foi concedida, em Portugal, por contrato celebrado em 1882, à *Edison Gower Bell Telephone Co. Of Europe, Limited*.

Ao longo de todo o século passado os cabos foram naturalmente evoluindo. O material dos condutores passou a ser em cobre de maior pureza (cobre eletrolítico), os isolamentos evoluíram do algodão para o papel e no final dos anos oitenta para polietileno celular. À medida que aumentavam as frequências dos sinais transmitidos - para evitar fenómenos de diafonia, para diafonia e telefonia -, a tecnologia de fabricação dos cabos teve de evoluir, particularmente na forma como eram cablados os condutores e no passo de torcedura dos mesmos. Mas a evolução dos cabos de par de cobre e cabos coaxiais tem limites. Por mais que se melhore a forma como se fabricam, temos sempre as limitações impostas pela resistência elétrica do elemento condutor.

Em finais dos anos setenta foi introduzido nas Redes Fixas de Telecomunicações um meio de transmissão totalmente novo. Os sinais transmitidos passaram a ser de luz e o meio de transmissão as fibras de vidro (sílica). Desde 1977 até aos nossos dias, as tecnologias de transmissão em cabos de fibra ótica não pararam de evoluir. A instalação dos primeiros cabos de Fibra Ótica em Portugal remonta ao ano de 1983 – o autor desta tese participou em 1983 na instalação do cabo de 4 fibras multimodo que fazia a ligação entre Vila Nova de Famalicão e Santo Tirso.

Apesar dos cabos de fibra ótica já estarem no mercado há cerca de 4 décadas, todos os dias se instalam novos cabos de par de cobre: para manter alguns serviços operacionais (e.g. sinais de alarme) e a operacionalidade da rede como um todo. Este é um dos

maiores problemas com que se debatem os operadores que têm a responsabilidade pela operacionalidade da rede básica de telecomunicações e que será analisado ao longo desta tese. Na Figura 3 é apresentada uma imagem com a infografia do cabo de par de cobre.

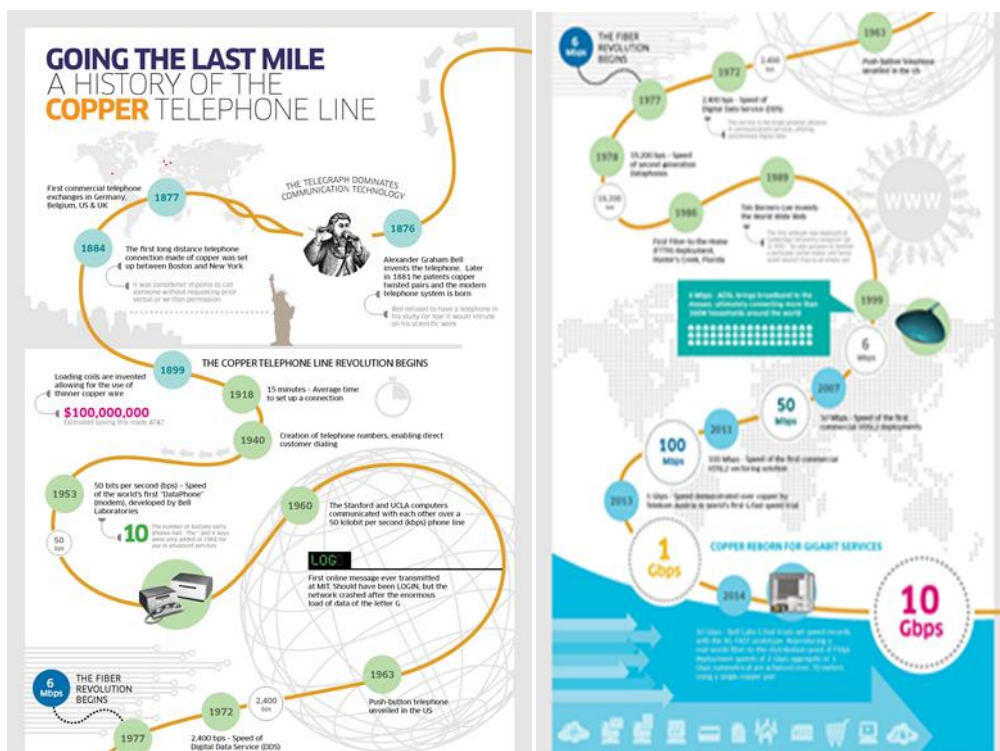


Figura 3. Infografia da história do cabo de par de cobre [Fonte: Alcatel-Lucent]

1.2. MOTIVAÇÃO

A presente tese surgiu da vontade de realizar um estudo que fizesse uma análise à problemática da Eficiência Energética aplicada às Redes de Telecomunicações e às Tecnologias de Informação e Comunicação. O autor exerce há muitos anos, a sua atividade profissional ligada a esta área específica da engenharia eletrotécnica e reconhece pouca preocupação dos vários *stakeholders* sobre o assunto, particularmente os operadores de redes e utilizadores TIC. É, considerado, por isso, uma oportunidade para aplicar a esta área de atividade, os conhecimentos adquiridos ao longo da parte letiva do mestrado, nomeadamente nas áreas das instalações elétricas especiais, da qualidade de serviços dos sistemas elétricos de energia e da eficiência energética.

Efetivamente, a eficiência energética foi um tema bastante estudado ao longo da componente letiva do Curso de Mestrado em Sistemas Elétricos de Energia mas num contexto associado às instalações elétricas especiais em edifícios, ao sistema de transporte e distribuição de energia elétrica, aos sistemas de iluminação, e não ao setor das telecomunicações e TIC. Esta tese pretende dissertar sobre o tema, contextualizando-o e, relevando a importância em considerar na temática da eficiência energética, as redes de telecomunicações e as tecnologias de informação e comunicação.

Segundo dados da IUT [8] o número de pessoas com ligações à Internet em 2013, em todo o mundo, era de 3 mil milhões; cerca de 40% da totalidade da população mundial. Nos países em vias de desenvolvimento, esse número duplicou nos últimos cinco anos, passando de 974 milhões para 1,9 mil milhões em 2014, como representado na Figura 4.

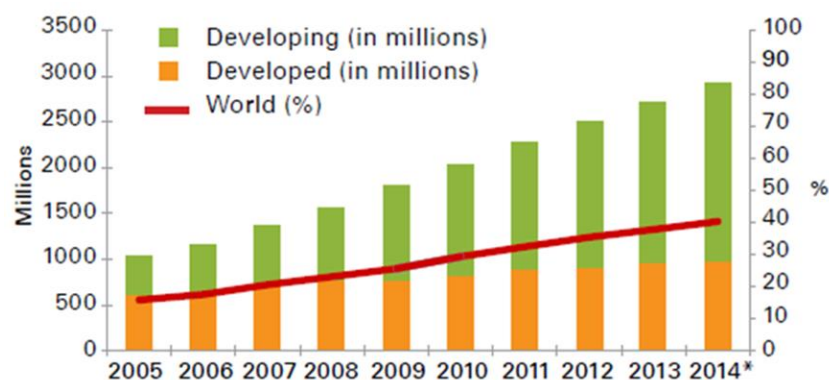


Figura 4. Crescimento de utilizadores de Internet. [Fonte: ITU *World Telecommunications ICT Indicators database*, 2014]

Segundo a mesma fonte, as taxas de crescimento de utilizadores de Internet entre 2005 e 2014⁴ correspondentes às regiões desenvolvidas e em vias de desenvolvimentos apresentam, ainda, alguma divergência com uma clara vantagem para a primeira, como pode ser verificado Figura 5.

⁴ Valores estimados

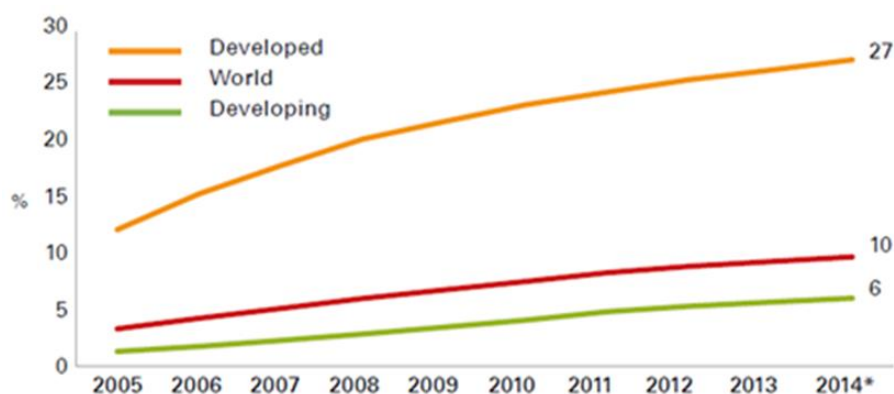


Figura 5. Taxas de crescimento de utilizadores de Internet

Em Portugal [9], no final de 2014, existiam cerca de 2,83 milhões de acessos fixos à Internet (mais 3 por cento do que no 3T14). O acréscimo do número de acessos no trimestre referido foi o mais elevado desde o 3.º trimestre de 2005. Em comparação com o trimestre homólogo do ano anterior, o crescimento verificado foi de 10,4 por cento. Segundo a mesma fonte, o número de utilizadores que efetivamente utilizaram Internet em banda larga móvel foi de 4,8 milhões (um aumento de 6,8 por cento em relação ao trimestre anterior). A evolução da banda larga móvel tem sido impulsionada, sobretudo, pelo aumento do número de utilizadores de *smartphones*, que no trimestre referido já representam mais de metade (52,4 por cento) do total de utilizadores de telemóvel.

Na Figura 6 apresenta-se um gráfico que representa o crescimento que se verificou em Portugal de acessos à rede fixa de telecomunicações, por cada tecnologia, desde o início do século até ao último trimestre do ano de 2014 (previsões).

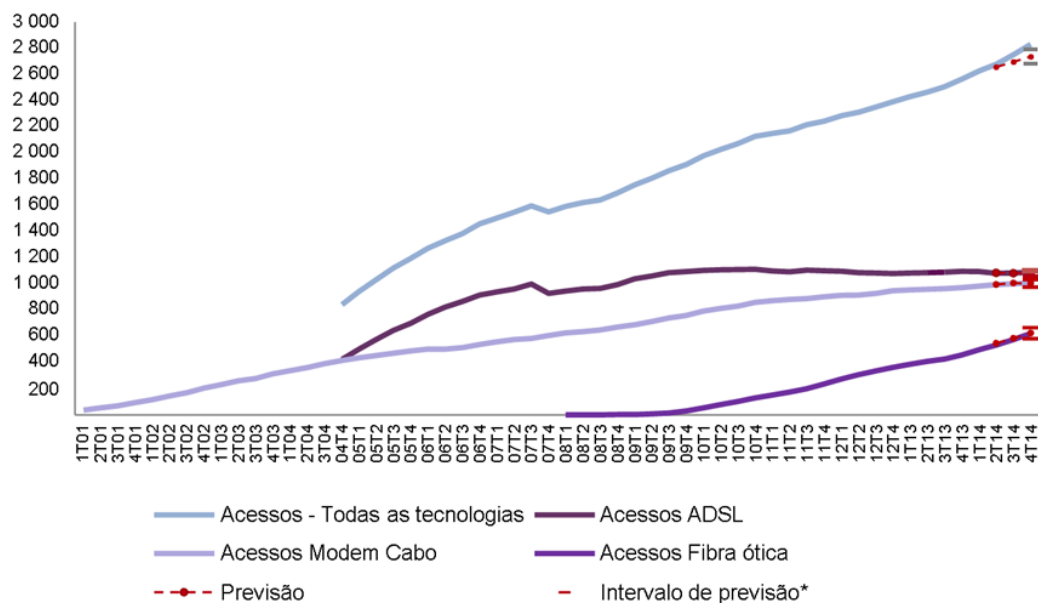


Figura 6. Crescimento de acessos à rede fixa de telecomunicações, por cada tecnologia, em Portugal [Fonte: ANACOM, informação estatística do serviço de acesso à internet 4.º trimestre de 2014]

O tráfego de Acesso à Internet em Banda Larga aumentou cerca de 7 por cento no quarto trimestre de 2014. A evolução ocorrida é sobretudo explicada pela evolução do tráfego da banda larga fixa (mais 7,3 por cento), que representa cerca de 96,1 por cento do total. O tráfego de Acesso à Internet através dos acessos móveis aumentou 0,6 por cento, principalmente devido ao tráfego gerado pelas placas/modem. O tráfego médio mensal da internet em banda larga, por acesso em local fixo foi de 46,5 GB. O tráfego gerado por cliente de banda larga móvel, com utilização efetiva, foi de 1,1 GB por mês (6 GB por mês no caso de placas/modem).

Na Figura 7 apresenta-se um gráfico com o crescimento do tráfego (em Tera Bytes) em banda larga que se verificou em Portugal pelos acessos às redes fixa e móvel de telecomunicações, de 2008 a 2014 (previsões).

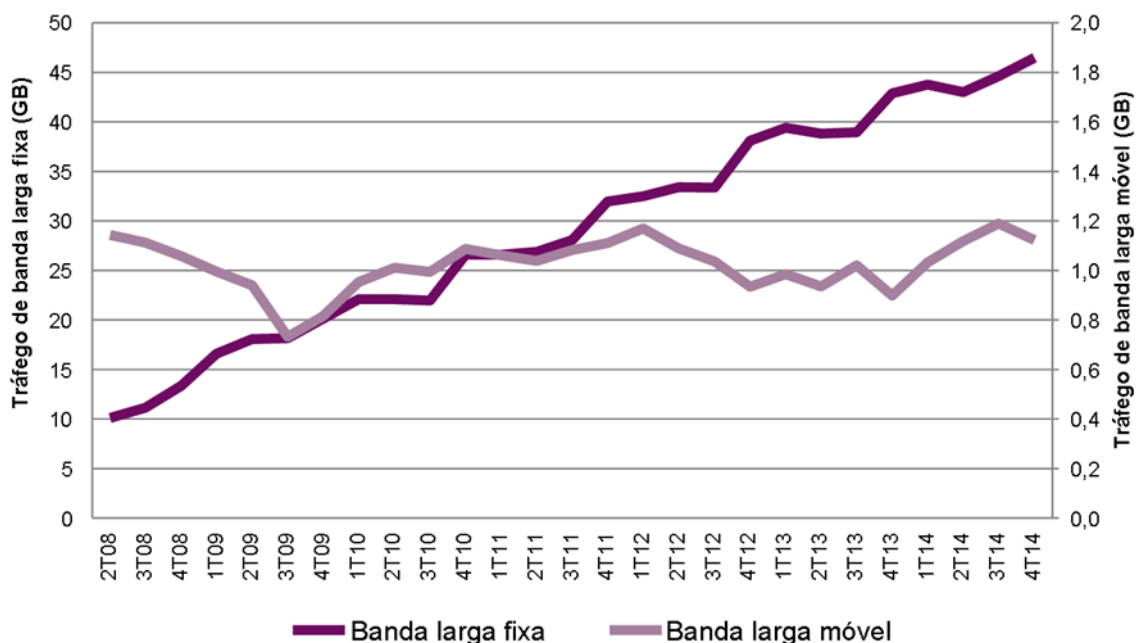


Figura 7. Crescimento tráfego (em Terabytes) em banda larga, redes fixa e móvel, em Portugal. [Fonte: ANACOM, informação estatística do serviço de acesso à internet 4.º trimestre de 2014]

O problema que se coloca a toda a comunidade científica, operadores e agências de energia e de telecomunicações, é o facto do ritmo de crescimento da rede e equipamentos terminais ser superior ao registado na melhoria da eficiência energética dos vários componentes e equipamentos terminais. E, continuando a manter-se esta tendência, poderemos estar a afetar, de modo adverso, o contributo positivo que se pretende, e espera, das redes de telecomunicações e tecnologias associadas às TIC, na melhoria da eficiência energética, nomeadamente nas *Smart Grid* e *Internet*.

Na Figura 8 é apresentada posição de Portugal (posição 16 entre os 28 Estados-Membro da União Europeia) no desempenho da Agenda Digital (*Digital Scoreboard* 2015) referente aos cinco pilares em análise [10]. Portugal destaca-se particularmente pela negativa no pilar das competências humanas. Segundo o relatório deste ano, 30% dos portugueses nunca utilizaram a internet, 43% apenas têm conhecimentos muito básicos ou não têm conhecimento de utilização das tecnologias digitais e, apenas 8% têm conhecimentos acima do nível básico.

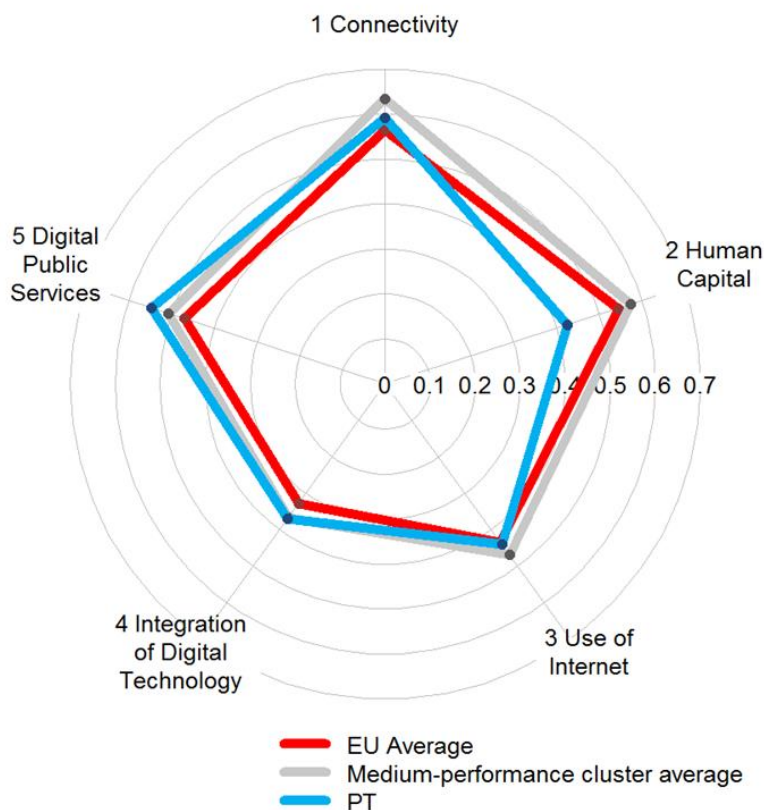


Figura 8. Performance de Portugal no índice *Digital Economy and Society Index* (DESI)
[Fonte: *European Comission, Digital Scoreboard 2015*]

Todo este crescimento tem, também, sérias implicações no desafio urgente que a humanidade tem de enfrentar: reduzir globalmente as Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Curiosamente, espera-se que essa redução seja conseguida pelo contributo que as TIC podem, e devem ter, na melhoria da eficiência da maioria dos processos que necessitamos para a nossa vida quotidiana.

Os avanços tecnológicos têm sido muitos. Os equipamentos de *switching* e roteamento passaram a ser “máquinas” sofisticadas, prevendo-se que em 2017 [11] sejam processados e transmitidos, a cada segundo, 46544 Gigabit (GB). Os equipamentos terminais deixaram de ser o simples telefone e passaram a ser terminais de computação, monitores de vídeo, entre outros.

De acordo com o *International Technology Roadmap for Semiconductors* (ITRS), o poder de processamento e a capacidade de armazenamento dos dispositivos das Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) tem vindo a duplicar

aproximadamente, a cada 18 meses, sendo este crescimento conhecido como Lei de *Moore*, obrigando assim ao uso de sistemas de informação e de comunicação cada vez mais poderosos. Para que seja possível transportar esta crescente quantidade de dados, dentro de um período de tempo aceitável, as taxas de transmissão de dados têm, também, vindo a aumentar, aproximadamente, em cerca de dez vezes a cada cinco anos. Para reduzir de forma drástica os consumos de energia elétrica (todas as projeções conhecidas apontam para um crescimento contínuo) torna-se, assim, necessário, uma nova e radical abordagem a esta temática. Uma abordagem que congregue a colaboração conjunta das várias entidades (*players*), conjugando esforços por forma a aproveitar-se a inovação e a experiência de todo o mundo, nomeadamente, das principais empresas do setor, dos empresários e dos pesquisadores de toda a comunidade TIC. No gráfico da Figura 9 pode ver-se uma análise da Bell Labs [12] para as perspetivas do crescimento do tráfego para a América do Norte.

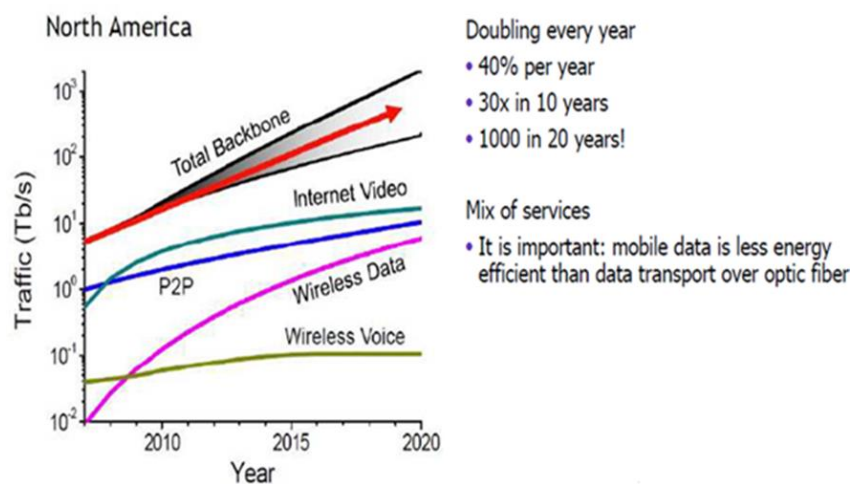


Figura 9. Previsões de crescimento do tráfego [Fontes: RHK, Mckinsey, JPMorgan, AT&T, MINTS and Bell Labs Analysis]

Face a esta realidade, novos desenvolvimentos tecnológicos têm de ser alcançados por forma a tornar as redes mais sustentáveis nas próximas décadas.

1.3. OBJETIVOS

Durante a longa carreira profissional dedicada a dirigir equipas - de projeto e construção de redes de telecomunicações e de instaladores de redes e equipamentos de suporte às

tecnologias de informação e comunicação -, raramente foram constatadas preocupações com a questão da eficiência energética por parte dos clientes; quer se tratasse de um grande operador de telecomunicações ou de um grande fornecedor de tecnologias de informação e comunicações. Pelo contrário, sentiu-se sempre preocupações extremas com o custo do *capital expenditure (CAPEX)*⁵, a fiabilidade e a eficiência funcional. Também sentimos, uma excessiva preocupação com o *Net Promoter Score*⁶ (NPS).

As novas funcionalidades das redes criaram a necessidade de instalar, de uma forma quase massiva, novos equipamentos de telecomunicações. Os equipamentos associados às telecomunicações e às Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) são omnipresentes. Estão presentes por todo o lado e em todos os momentos da nossa vida. Nos nossos bolsos, nas nossas viaturas, nas nossas mesas de trabalho, nos nossos momentos de lazer e nas nossas habitações.

Tendo em consideração esta nova realidade, verifica-se que o problema da eficiência energética não é um caso de somenos importância. Efetivamente os ganhos de eficiência energética que estão a ser conseguidos com a substituição da rede de cabos de par de cobre e tecnologias analógicas associadas, pelas novas redes e fibra ótica e a consequente integração do *Internet Protocol (IP)*, facilmente se anulam.

Raramente, o assunto da eficiência energética, faz parte da agenda de trabalhos nos vários congressos ou outros eventos, relacionados com as redes de telecomunicações ou tecnologias de informação e comunicações.

Ironia, tem-se verificado que esta preocupação existe do lado dos utilizadores. Efetivamente nas muitas visitas (auditorias técnicas) que por razões profissionais são feitas a casa dos clientes (consumidores finais), ouve-se, por várias vezes, desses mesmos clientes o comentário/preocupação: "desde que montaram isto cá em casa a conta da luz aumentou muito"

⁵ Termo vulgarmente usado para designar as despesas de capital ou investimento em bens de capital

⁶ Termo vulgarmente usado para designar a métrica criada para medir a satisfação e a lealdade dos clientes das empresas.

Referem-se às *Set-Top-Box* (STB) com e sem disco de memória, aos *cable modem*, às *gateways*, aos telefones *Digital Enhanced Cordless Telecommunications* (DECT), entre outros equipamentos. Quem mais se preocupa são, curiosamente, os mais idosos porque são os maiores consumidores de programas de entretenimento, e a vida obriga-os a estar mais atentos “à conta da luz”.

Os seus conhecimentos, não lhes permitem perceber a grande alteração que ocorre na responsabilidade pelo fornecimento de energia quando o seu operador de telecomunicações passa a fornecer-lhes os novos serviços digitais – a maior parte das vezes em substituição de serviços analógicos. Ao fazê-lo, o operador está, também, a transferir-lhes a responsabilidade pelo fornecimento da maior parte da energia elétrica necessária para manter o sistema em funcionamento - desde a *Central Office* (CO) até à sua Unidade de Alojamento (UA). Acresce a isto, o facto da maioria das UA's passarem da situação de ter apenas um telefone alimentado a energia fornecida pela rede de telecomunicações, para uma situação de terem um número significativo de equipamentos terminais ligados em rede, 24 horas por dia 7 dias por semana; alimentados pela rede de energia elétrica da própria UA.

Sabendo desta nova realidade, consideramos um tema inspirador para uma dissertação e uma boa oportunidade para terminar um curso de mestrado de engenharia eletrotécnica em sistemas elétricos de energia, onde o tema da eficiência energética nos acompanhou desde o primeiro ao último dia de aulas.

Efetivamente, este assunto tem sido pouco estudado por uma variedade de razões. A tecnologia das redes é desconhecida pela maioria das pessoas que têm abordado as políticas energéticas; as tecnologias de rede e respetivos protocolos continuam a aumentar a sua complexidade; as redes continuam a evoluir rapidamente em muitas frentes paralelas e, o número e tipo de equipamentos ligados à rede continuam a expandir-se rapidamente. Os dois últimos aspetos referidos são particularmente indutores do aumento da complexidade desta temática. Continua a haver, no entanto, uma série de questões que fazem com que a tarefa de lidar com redes de telecomunicações seja uma das áreas mais difícil da política energética.

A conectividade de rede envolve inerentemente interdependência entre os vários dispositivos. Alguns dispositivos, quando em rede, podem exigir funções e serviços de outros, o que pode induzir um maior consumo de energia nesses outros dispositivos de rede. Este fato apresenta alguns desafios para o desenvolvimento de novas políticas de eficiência energética, diferentes daquelas abordagens que tradicionalmente consideram os equipamentos a funcionar isoladamente. Num contexto de rede, é necessário considerar a condição de que os equipamentos funcionam interligados como um sistema e, considerar as tecnologias que permitem a sua interconexão.

Os objetivos principais do presente trabalho são:

- i. O Estudo da Temática da Eficiência Energética nas Redes Fixas de Telecomunicações e nas Tecnologias de Comunicação e Informação:
 - Estudo da Legislação Internacional e Nacional e das Recomendações dos Organismos Internacionais;
 - Estudo das melhores soluções de Eficiência Energética do mercado.
- ii. Estudo do Caso - Unidade Hospitalar:
 - Caracterização das Redes de Telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicação do Hospital da Prelada-Porto.
- iii. Recolha e análise de dados recolhidos no Hospital da Prelada-Porto:
 - Recolha, análise e tratamento dos dados recolhidos das Redes de Telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicação e estabelecer critérios de comparabilidade com os *standards* recomendados pela *International Energy Agency* (IEA), *International Telecommunication Union* (IUT) e *International Electrotechnical Commission* (IEC).
- iv. Proposta de implementação de medidas de Eficiência Energética no Hospital da Prelada-Porto:
 - Proposta de implementação de medidas de eficiência energética nas Redes de Telecomunicações e nas Tecnologias de Informação e Comunicação;

- v. Validação da proposta de implementação de medidas de Eficiência Energética no HP-Porto.
 - Validação da proposta de implementação de medidas de eficiência energética nas Redes de Telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicação.

1.4. CALENDARIZAÇÃO ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

A realização do presente trabalho teve por base a seguinte planificação e calendarização:

- i. O Estudo da Temática da Eficiência Energética
 - a. A Temática da Eficiência Energética nas Redes de Telecomunicações;
 - b. A Temática da Eficiência Energética nas Tecnologias de Comunicação e Informação;
 - c. Estudo da Legislação Internacional e Nacional;
 - d. Estudo das Recomendações dos Organismos Internacionais;
 - e. Estudo das melhores soluções de Eficiência Energética do mercado;
- ii. Estudo do Caso - Unidade Hospitalar
 - a. Caracterização das Redes de Telecomunicações do Hospital da Prelada-Porto;
 - b. Caracterização das Tecnologias de Informação e Comunicação do Hospital da Prelada-Porto.
- iii. Recolha de dados e sua análise no Hospital da Prelada-Porto:
 - a. Recolha de dados das Redes Telecomunicações;
 - b. Recolha de dados das Tecnologias de Informação e Comunicação;

- c. Análise de dados recolhidos das Redes Telecomunicações;
 - d. Análise de dados das Tecnologias de Informação e Comunicação;
- iv. Desenvolvimento de uma aplicação informática para tratamento dos dados recolhidos.
- v. Proposta de implementação de medidas de Eficiência Energética no HP-Porto
 - a. Proposta de implementação de medidas nas Redes de Telecomunicações;
 - b. Proposta de implementação de medidas nas Tecnologias de Informação e Comunicação;
- vi. Validação da proposta de implementação de medidas de Eficiência Energética no HP-Porto:
 - a. Validação da proposta de implementação nas Redes de Telecomunicações;
 - b. Validação da proposta de implementação nas Tecnologias de Informação e Comunicação;
- vii. Dissertação
 - a. Escrita da Dissertação;
 - b. Entrega da Dissertação;
 - c. Defesa da Dissertação.

Na Figura 10 é apresentado o Planeamento em *MicroSoftProject* (MSP).

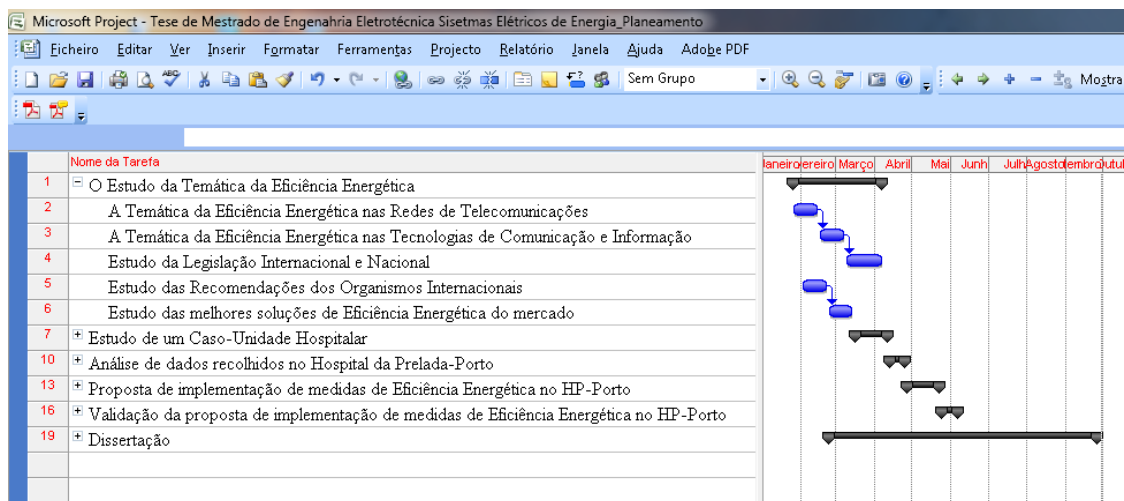


Figura 10. Planeamento dos trabalhos da tese em *MicroSoftProject*

1.5. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório encontra-se estruturado em 5 capítulos.

No capítulo 1, é feita a introdução ao tema da dissertação, contextualizando-o e apresentando os motivos da vontade de realizar o estudo. É apresentada a respetiva calendarização.

No capítulo 2, é feito uma análise do estado da arte, explorando as mais recentes abordagens ao assunto da eficiência energética, que estão a ser feitas pelos vários *players* do mercado.

No capítulo 3, faz-se uma inventariação e respetiva análise, aos mais recentes avanços, - regulatórios e tecnológicos – colocados no mercado pelas várias entidades com responsabilidades no setor. São referidos alguns exemplos práticos. Foi tido em consideração o fenómeno da globalização.

No capítulo 4, é apresentado um estudo de caso: é referente a um edifício hospitalar de média dimensão, onde se procura testar a aplicabilidade do tema dissertado.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões e as perspetivas para trabalhos futuros relacionados com a temática da eficiência energética.

2. TELECOMUNICAÇÕES – ESTADO ATUAL E INDICADORES DE EVOLUÇÃO

2.1. ESTADO ATUAL DAS TELECOMUNICAÇÕES

As modernas Redes de Telecomunicações e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) associadas são constituídas por uma gama cada vez maior de equipamentos terminais e outros dispositivos ligados à rede, caracterizadas por fornecer um amplo leque de serviços, que permitem aos seus utilizadores beneficiarem de acessos cada vez mais rápidos e a mais e variados tipos de dados e serviços. No entanto, para se estar sempre ligado, é necessário mais energia para alimentar as redes e os seus vários equipamentos. Na Figura 11 são apresentados os consumos de energia elétrica em Gigawatt-hora (GWh) dos utilizadores de serviços da nuvem *wireless (wireless cloud services)* verificados em 2012 e as previsões para o ano 2015 considerando 2 cenários: o cenário 2015 Lo (perspetiva conservadora) que prevê 1600 milhões de utilizadores em rede gerando um tráfego mensal de 2,2 Exabyte⁷ (EB) e o cenário 2015 Hi (perspetiva otimista) que prevê [13] estarem ligados na *cloud*, 2000 milhões de utilizadores gerando um tráfego de 4,3 EB/mês.

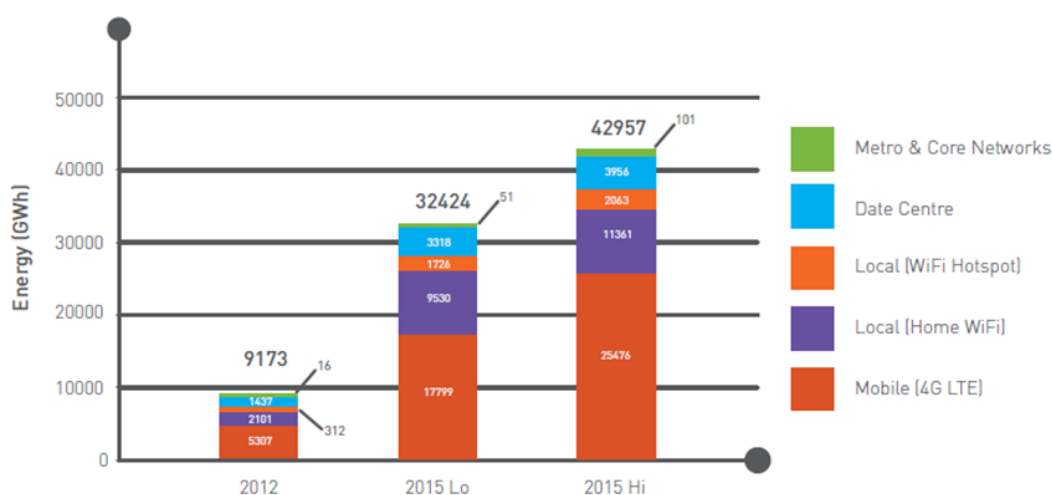


Figura 11. Estimativas de consumo anual dos vários componentes de rede

⁷ 1 EB = 10 X 10¹⁸ Byte

Podemos agrupar os elementos constituintes da rede de telecomunicações em duas categorias:

Na primeira categoria podemos agrupar as infraestruturas de rede, as próprias redes, os equipamentos de rede, todos os dispositivos projetados para processar e transmitir dados, e os sistemas inteligentes ligados à rede como um todo.

Na segunda grande categoria poderemos agrupar todos os equipamentos terminais, nomeadamente, impressoras, *Set-Top Boxes* (STB), terminais telefones, aparelhos de vídeo, ou seja, todos os equipamentos que não sendo necessários para a operação da rede, são indispensáveis para receber e tratar os sinais vindos dela.

Estes elementos de rede consomem energia mesmo quando não estão em uso. Prevê-se [14] que a procura global de energia estimada para esses dispositivos de rede chegue, em 2025, a cerca de 1140 TWh. Esta realidade, à escala global, terá como consequência a necessidade de um forte incremento de mais infraestruturas em redes energéticas. Como termo de comparação podemos referir que aos 1140 TWh estimados até 2025 corresponderia a um aumento de 6% no consumo atual total final mundial de energia elétrica, maior que o consumo atual de energia elétrica da Federação Russa [15].

À medida que o número de dispositivos e os serviços incorporados em cada um deles vai crescendo, as redes de telecomunicações terão de aumentar as suas capacidades de forma a serem capazes de acompanhar as necessidades de transporte, distribuição e processamento. A este aumento corresponderá, inevitavelmente, um crescimento no consumo de energia elétrica que nem sempre é acompanhado pelas melhores soluções de projeto e tecnologia capazes de atenuar esse crescimento. Torna-se assim necessário encontrar formas de reduzir esses consumos e, para além de melhorarmos a eficiência energética nos *Data Centers* e nos equipamentos terminais, teremos de o fazer também nas redes de transmissão (*backbone*) e de distribuição.

Num estudo apresentado em Julho de 2013 [16], é referido um crescimento de 1200% em 10 anos (referência 2009) para o tráfego nessas redes que terá, como consequência, um crescimento de consumo de energia de 150% [17].

Por outro lado há cenários recentes que consideram um ritmo mais rápido do que o previsto, corrigindo, em alta, as previsões para o crescimento da procura no mercado de dispositivos de telecomunicações.

Pode considerar-se que o estado atual do setor das Redes de Telecomunicações e das TIC vive num paradoxo. Por um lado, os seus últimos desenvolvimentos proporcionam diversas formas de eficiência energética em muitos setores e serviços mas, por outro lado, são eles mesmos, responsáveis por consumos de energia que ainda têm muito potencial para ser explorado no âmbito da eficiência energética. Efetivamente são já conhecidas muitas soluções e tecnologias para o efeito, no entanto, continuam a faltar as necessárias políticas para que a sua implementação seja uma realidade.

A Figura 12 apresenta as previsões de consumo de energia elétrica mundial até 2025, com base nas atuais taxas de crescimento, assumindo vários cenários: num primeiro cenário é apresentado a evolução dos consumos globais de energia elétrica, considerando uma trajetória histórica de crescimento de três por cento (3%) ao ano; num segundo cenário (linha a vermelho pontilhada) não há progressos na eficiência energética nos equipamentos; num terceiro cenário (linha verde) apresenta-se a projeção considerando uma melhoria na eficiência energética dos equipamentos de quinze por cento (15%) ao ano. Este último cenário considera que ao aumento da eficiência energética dos equipamentos e de rede corresponderá, a cada ano, a troca de todos equipamentos existentes por outros com a melhor eficiência (nova geração), situação que é pouco provável que venha a acontecer.

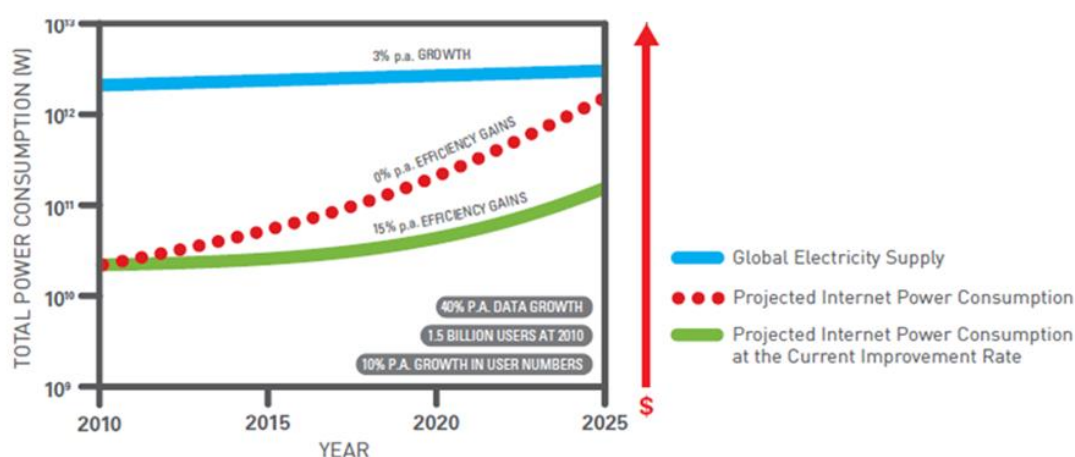


Figura 12. Previsões de consumo de energia elétrica na Internet até 2025 considerando, as taxas atuais de crescimento de tráfego e utilizadores

2.2. O FUTURO DAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES E DOS EQUIPAMENTOS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

2.2.1. ASPETOS GERAIS

Sem mudanças de paradigma no desenvolvimento tecnológico, o crescimento do consumo de energia elétrica nos setores das Redes de Telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) continuará a aumentar à medida que mais pessoas entram na era digital.

Trata-se de um complexo sistema convergente de redes e serviços – como, por exemplo a banda larga – formado por operadores, fornecedores de tecnologias, entidades reguladoras e normalizadoras, e consumidores onde nem sempre as fronteiras estão perfeitamente definidas, dificultando a criação de uma metodologia padronizada para a avaliação da eficiência energética de produtos e serviços de TIC. Uma metodologia que proporcione uma melhor informação para empresas e clientes e que seja capaz de estimular uma maior inovação. Na Figura 13 é apresentado um gráfico que representa os pesos que tem, em cada país, a intervenção dos vários *stakeholders* dos setor.

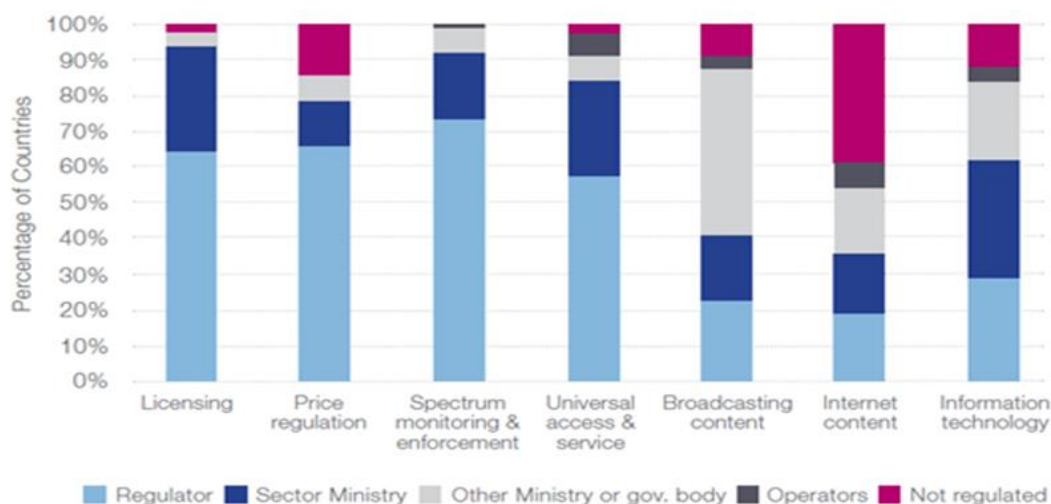


Figura 13. Quem regula o quê, nas Tecnologias de Informação e Comunicação [Fonte: Telecomunicações da UIT Base de dados de regulamentação final de 2013)]

Um dos maiores desafios com que se debate quem quer analisar esta temática é superar a falta de informação sobre os consumos de energia elétrica de cada um dos produtos e serviços, especialmente quando estão inseridos em complexos sistemas de configuração e integração.

No caso das redes de telecomunicações, os operadores de telecomunicações, muitas vezes, não sabem o consumo de energia elétrica em serviços específicos e, quando têm de adquirir novos equipamentos, o critério da eficiência energética não é o mais prioritário.

Na verdade, se este setor continuasse a libertar, como nos últimos, boas margens de lucros (casa dos dois dígitos) para os operadores de rede e fornecedores de serviços, a problemática da eficiência energética continuaria a ser um problema menor. Todavia, devido à liberalização do setor, e o consequente aumento da concorrência que se tem verificado, essas margens têm vindo a diminuir, colocando os custos de energia elétrica na lista dos principais custos *Operational Expenditure*⁸ (OPEX) a diminuir.

Também os utilizadores finais podem, com a devida orientação, tomar decisões de contratualização de serviços que, para além dos conteúdos e das taxas de débito, utilizem equipamentos terminais mais eficientes e modos de operação com configurações adequadas por forma a reduzir o consumo de energia. Mas ainda há um longo caminho a percorrer para que o assunto se torne uma realidade. É o que pretendemos abordar ao longo desta tese.

2.2.2. A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS TELECOMUNICAÇÕES

Há uma lacuna entre as elevadas taxas de crescimento que atualmente se verificam nas redes, e a melhoria da eficiência energética dos equipamentos – uma lacuna que, se prevê continue a aumentar ao longo das próximas décadas.

As tecnologias usadas hoje em dia, mesmo considerando as melhores projeções para a melhoria da sua eficiência energética, serão insuficientes para melhorar a taxa de

⁸ Termo vulgarmente usado para designar as despesas de capital utilizado para manter ou melhorar os bens físicos de uma empresa.

consumo de energia a longo prazo. Ao mesmo tempo, os níveis de energia associados aos componentes subjacentes às tecnologias existentes das redes de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (arquitetura, par de cobre, fibras óticas, *wireless*, eletrônica, roteamento, etc.), ainda são de magnitude muito abaixo dos atuais níveis operacionais.

No entanto, há passos que estão a ser dados para inverter esta tendência, nomeadamente:

- i. As organizações de desenvolvimento de padrões e provedores de propriedade intelectual estão a criar as bases e normas técnicas para permitir e apoiar soluções de *hardware* e *software* de maior eficiência energética;
- ii. Os criadores de *software* e *hardware* estão a projetar novas soluções que podem ser usados por fabricantes de dispositivos;
- iii. Os fabricantes de equipamentos terminais e dispositivos de rede estão a abordar novas soluções de *software* e *hardware*, determinando assim as suas características de desempenho e da eficiência energética;
- iv. Os projetistas estão a estabelecer as novas condições de ligação às redes, e o modo como os diferentes equipamentos que as constituem devem operar para poderem ser parte integrante de uma rede; a missão dos projetistas passa, também, por garantir que os projetos das redes de telecomunicações garantam a eficiência energética de todos os dispositivos a ela ligados;
- v. Os Prestadores de Serviços (*Service Providers*) que fornecem aos seus clientes finais, serviços digitais, nomeadamente, internet ou outros, devem potenciar práticas de compras (*procurement*) que garantam ganhos de escala (grandes quantidades) fundamentais para estimularem a criação de um mercado de dispositivos com melhor eficiência energética;
- vi. Todo o setor das Redes de Telecomunicações deve assegurar o desenvolvimento e implementação de projetos de rede que visem a eficiência energética.

2.2.3. PRINCIPAIS CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA NAS TELECOMUNICAÇÕES

2.2.3.1. ENQUADRAMENTO

Podemos agrupar em quatro grandes grupos, todos os elementos que constituem as redes de telecomunicações e as tecnologias de informação e comunicação. Cada um desses grupos tem, para além das suas especificidades operacionais, características de funcionamento que merecem ter análises distintas quanto ao seu desempenho energético. Compreender o modo como cada um dos equipamentos funciona de *per se*, as tecnologias associadas à transmissão dos fluxos e o seu comportamento quando ligados em rede e à rede de energia, é fundamental para analisar o desempenho e o comportamento da rede como um todo. Só conhecendo bem as características de cada um, e a forma como necessitam de energia para o seu funcionamento, poder-se-á fazer uma análise à sua eficiência energética já que, como abordado ao longo desta tese, são todos muito diferentes.

Na Figura 14 é apresentado um quadro com a distribuição dos consumos de energia dos quatro grandes grupos de componentes de uma rede de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicações.

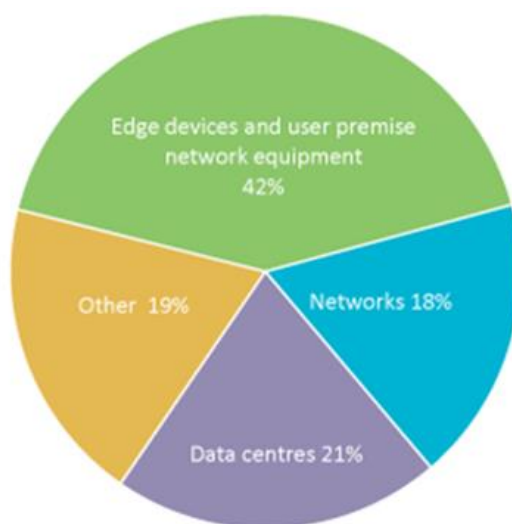


Figura 14. *The global energy footprint of information and communication technologies in 2013* [Fonte: *International Energy Agency (2014), More Data Less Energy 2014, OECD/IEA, Paris*]

2.2.3.2. DATA CENTER

Os Centros de Dados (*Data Centers* ou *Data Centres*) são edifícios de instalações técnicas, de suporte às Redes de Telecomunicações e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), que incluem todas as construções, equipamentos de fornecimento de energia elétrica equipamentos de climatização, instalações e salas de servidores, equipamentos servidores de comunicação, e todos os equipamentos necessários para tratamento e armazenamento de dados. Embora devamos considerar o centro de dados como um todo, normalmente a análise da eficiência energética é dividida em duas áreas principais:

- i. A Eficiência Energética dos Equipamentos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC): analisa a eficiência elétrica dos equipamentos de TIC do *Data Center*, ou seja, a sua disponibilidade para realizar *trabalho útil* de TIC, para um determinado consumo de energia.
- ii. Instalações Elétricas Especiais e de Climatização: analisa a eficiência elétrica dos equipamentos dos sistemas elétricos e mecânicos de suporte ao *Data Center*, tais como sistemas de refrigeração (*chiller*, ventiladores, bombas), unidades de ar condicionado, *Uninterruptible Power Supply*, (UPS), entre outros.

Na Figura 15 é apresentado um *layout* de um *Data Center*.

Até há alguns anos atrás, a principal preocupação das entidades responsáveis pela manutenção e operação de um *Data Center*, era garantir a disponibilidade contínua do elemento principal das infraestruturas TIC: manter o elevado nível de fiabilidade era a principal preocupação por forma a manter o negócio a funcionar, sem qualquer interrupção, independentemente dos elevados níveis dos custos de operação. Havia uma boa razão para esta prioridade. A perda da capacidade de processamento ou falha no acesso à informação armazenada nos servidores do *Data Center* significava problemas graves, porventura irreparáveis, para as empresas e organizações que dependem fortemente de dados. Uma falha pode provocar dados irreparáveis sob a forma de receitas perdidas, clientes insatisfeitos e violações de conformidade em relação a regulamentações nacionais ou internacionais.

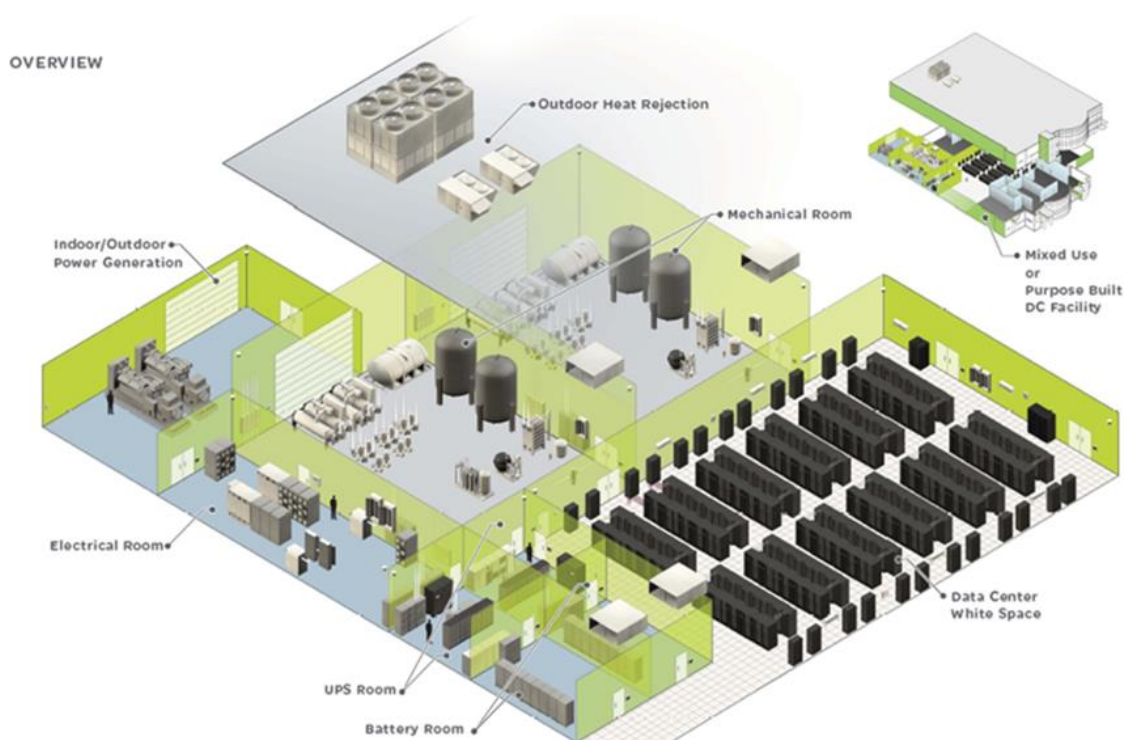


Figura 15. Layout de um Data Center [Fonte: Schneider Electric, Nov. 2009]

Para os operadores de telecomunicações e organizações TIC, os *Data Centers* são, na realidade, o elemento vital do sistema, sendo por isso muito vulgar pensar-se que a sua fiabilidade está sempre acima de tudo. Até há poucos anos atrás, ao falar-se em eficiência energética nos *Data Centers*, pensava-se, estar a passar a fiabilidade para segundo plano. Na maioria das organizações, a responsabilidade pela operacionalidade e fiabilidade do sistema, e as energias, pertencem a departamentos e centros de custos diferentes o que leva por vezes a interesses contraditórios. No entanto, já em 2006, as estimativas apontavam para que os *Data Centers* viessem, - de acordo com um estudo da Agência de Proteção Ambiental (EPA) apresentado ao Congresso dos Estados Unidos da América EUA - a representar 1,5 por cento do consumo total de energia elétrica dos Estados Unidos da América, o equivalente a 5,8 milhões de lares, ou cinco por cento do parque habitacional dos Estados Unidos.

Na Figura 16 é representado o cenário *Business-as-Usual* (BAU) apresentado em 2008 pela União Europeia (UE), com as previsões para os consumos de energia elétrica no setor das TIC no espaço da UE a 25 (países). É possível verificar o destaque que têm os consumos de energia nos *Data Centers* e as previsões para o seu aumento.

Este aumento é, em grande parte, devido ao aumento da densidade dos servidores. Os fabricantes de equipamentos procuram ajudar os clientes a aproveitar ao máximo cada metro quadrado de espaço nos *Data Centers* e estão a integrar cada vez mais processadores e com mais poder de computação do que nunca. A densidade de um servidor aumentou dez vezes na última década e o consumo médio de energia do servidor quadruplicou.

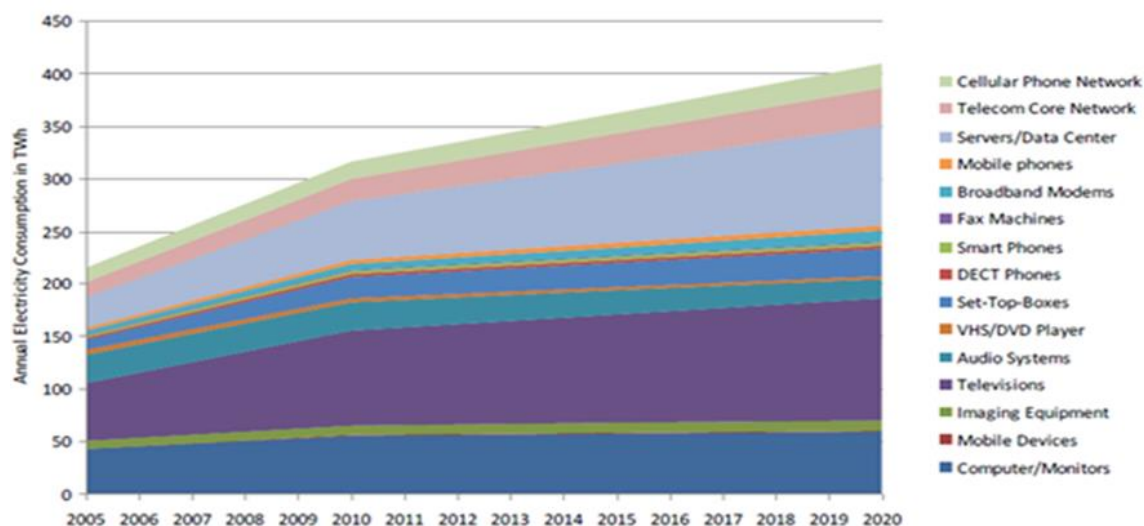


Figura 16. Cenário BAU (valores a condições atuais) até 2020, para consumo energia elétrica em TWh/ano, nas TIC na zona UE a 25 [Fonte: EU DG INFSO *Final report- impacts of ICT Energy* setembro 2008 pag.8]

Esta maior densidade resulta em elevadas temperaturas de operação e aumenta os requisitos energéticos e de refrigeração para evitar uma eventual falha dos sistemas. Em consequência, esta ineficiência energética, faz aumentar significativamente os custos de operação. A consultora internacional, *International Data Corporation* (IDC) que se afirma líder mundial de *market intelligence* e que atua na área das telecomunicações e TIC, estima que o custo de energia utilizado na refrigeração para a base instalada de servidores é de aproximadamente 50% do valor investido na aquisição de novos servidores, prevendo que esta fatia de custos chegue rapidamente aos 66%. De acordo com a organização internacional *Uptime Institute*⁹, os custos de energia representam

⁹ Uptime Institute é uma organização imparcial de aconselhamento focado na melhoria da performance, eficiência e confiabilidade da infraestrutura crítica de negócio através da inovação, colaboração e certificações independentes.

neste momento a despesa principal dos *Data Center*, ultrapassando os custos imobiliários.

Esta perspectiva de relegar para segundo plano a eficiência energética nos *Data Centers* foi entretanto alterada. À medida que as empresas começaram a dar mais ênfase às responsabilidades ambientais, essa preocupação começou, inclusive, a merecer lugar de destaque nos seus relatórios anuais de atividade. Estas empresas estão, na sua maioria, muito expostas à opinião pública e são conhecidas as pressões dos cidadãos, clientes, acionistas e analistas - normalmente designados por *Stakeholders* - sobre as preocupações de sustentabilidade derivadas do crescente aumento da população mundial, das mudanças climáticas e da necessidade de alterar os atuais modelos de desenvolvimento económico.

Em meados dos anos 1990 foi criado pelo *Uptime Institute* - uma organização independente que criou normas e certificações para os *Data Centers* - um sistema de avaliação baseado em níveis de desempenho, nomeadamente nas suas vertentes de projeto, construção, sustentabilidade operacional e iniciativas de eficiência energética.

Este sistema é baseado em vários níveis (TIER) progressivos, em que cada nível incorpora as necessidades de todas as camadas inferiores, formando assim uma pirâmide. Existem 4 níveis que vão de I a IV.

- Nível I (*Tier I*)

Capacidade básica de uma infraestrutura local, que para além da função de escritório, apoia especificamente a tecnologia da informação de um *Data Center*; esta infraestrutura inclui um espaço dedicado para os sistemas de TIC, uma fonte de alimentação ininterrupta (UPS) para filtrar picos de energia e suprir quedas e interrupções momentâneas de alimentação, equipamentos de climatização dedicado a funcionar ininterruptamente e um grupo gerador eletrogéneo para funções de socorro.

- Nível II

Componentes para garantir a capacidade redundante na alimentação de equipamentos de climatização, por forma a garantir as ações de manutenção e um aumento da margem de segurança das TIC, em caso de interrupções que resultariam em falhas de equipamentos

de infraestrutura do local. Os componentes redundantes incluem alimentação e equipamentos de climatização, tais como módulos UPS, grupo gerador eletrogéneo sistemas de refrigeração.

- Nível III

Concomitantemente sustentável, não requer paragens para troca e manutenção de equipamentos. A alternativa de entrega redundante para energia e climatização é adicionado aos componentes críticos redundantes do Nível II, de modo que cada um dos componentes necessários para suportar o ambiente de processamento das TIC pode ser desligado para manutenção sem causar qualquer impacto sobre a operação das TIC.

- Nível IV

A tolerância a falhas de infraestrutura local que assenta no Nível III acrescentando o conceito de tolerância a falhas para a topologia de infraestrutura local. Ou seja, significa que, quando ocorrem falhas de equipamentos individuais ou interrupções no circuito de distribuição, os efeitos dos eventos são parados antes das operações de TIC.

Por outro lado as entidades reguladoras e organismos governais começaram a incentivar e/ou exigir melhores práticas para a eficiência energética nos *Data Centers*.

Um exemplo é o programa que a União Europeia lançou em 2008 o, *The Code of Conduct for Data Centre* e o *Programme to improve energy efficiency in Data Centre*: no dia um de Janeiro de 2015 foi publicada a Versão 3.0. Esta versão revista está de acordo com as práticas e recomendações propostos por outros organismos internacionais, nomeadamente, o *Department of Energy (DoE)*, *Energy Star* da Agência de Proteção Ambiental (*EPA*), a associação *Green Greed* e a iniciativa *Climate Savers Computing*, dos Estados Unidos da América e o projeto *IEEE¹⁰ E-Server*.

Um outro exemplo, vem dos Estados Unidos da América, que através da sua agência de proteção ambiental - *US Environmental Protection Agency (EPA)* – lançaram, em 1992, um programa voluntário, já referido anteriormente, designado por *Energy Star*, que

¹⁰ IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers

pretende identificar e promover produtos e edifícios energeticamente eficientes, a fim de reduzir o consumo de energia, melhorar a segurança energética e reduzir a poluição através da rotulagem voluntária ou outras formas de comunicação sobre os produtos e edifícios que atendam aos mais altos padrões de eficiência energética.

A ineficiência energética é extremamente dispendiosa e uma preocupação constante que continuamente coloca pressão nos recursos disponíveis das organizações e empresas.

Mas afinal o que está a ser feito para alterar a ineficiência energética nos *Data Centers*?

Usualmente, as análises de eficiência energética efetuadas em *Data Centers* mostram que, mesmo pequenas mudanças podem gerar melhorias significativas na eficiência energética, como as que se seguem:

- i. Gestão automática de iluminação com recurso a detetores de movimento para as salas dos *Data Centers*, salas do gerador de emergência, Fonte de Alimentação Ininterrupta (UPS), baterias e outras áreas de apoio. Esta medida pode reduzir o consumo total da energia para iluminação entre 25% a 50% ao ano.
- ii. Instalação de iluminação energeticamente eficiente com utilização de lâmpadas de baixo consumo, reduzindo o consumo total de energia da iluminação em 10% a 15% ao ano e ainda mais, se for usada a tecnologia *Light Emitting Diode* (LED).
- iii. Implementação de motores de velocidade variável nos equipamentos de *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC), em todas as componentes relacionadas, como por exemplo, unidades de ar condicionado das salas *Data Centers*, bombas e ventiladores exteriores das unidades de refrigeração.
- iv. Aumentar a temperatura da água refrigerada (nos sistemas de climatização que recorrem a água fria) para um *set point* de 9 graus *Celsius*. Por cada grau *Celsius* de aumento de temperatura de água refrigerada, existe um potencial de poupança energética de 5% para *chiller* com motores de *variable-frequency drive* (VFD).
- v. Reorganização nas salas dos *Data Center* para eliminar os espaços entre os bastidores. Os espaços entre os bastidores aumentam a recirculação do ar quente e prejudicam a refrigeração dos equipamentos TIC, resultando em pontos quentes

na sala. O equipamento TIC vai funcionar de forma mais eficiente quando não existem espaços livres nos bastidores. Isto pode ser conseguido com recursos a painéis de preenchimento (*filler-panels*).

- vi. Considerando um *layout* eficiente nas salas dos *Data Center*, como a criação de uma arrumação dos bastidores em corredor frio/corredor quente. A implementação de corredor frio /corredor quente em combinação com unidades de climatização e ventilação, adequadas pode resultar em poupanças de 5% a 12% no consumo de energia.

O que está a ser feito para melhorar e medir a eficiência energética?

Vários órgãos internacionais estão a trabalhar para criar metodologias eficazes no registo de eficiência energética dos *Data Centers* e dos consumos TIC, nomeadamente:

- i. O *Power Usage Effectiveness* (PUE) é um indicador essencial recentemente adotado e que nos indica a eficiência com que é feita a utilização da energia elétrica num *Data Center*. Mais especificamente, indica-nos o valor da energia que é usada pelos equipamentos de computação em relação à totalidade da energia consumida nas várias componentes dos *Data Center* (iluminação, climatização, entre outros).

Na Figura 17 é apresentada uma ilustração representativa do cálculo do PUE num *Data Center*.

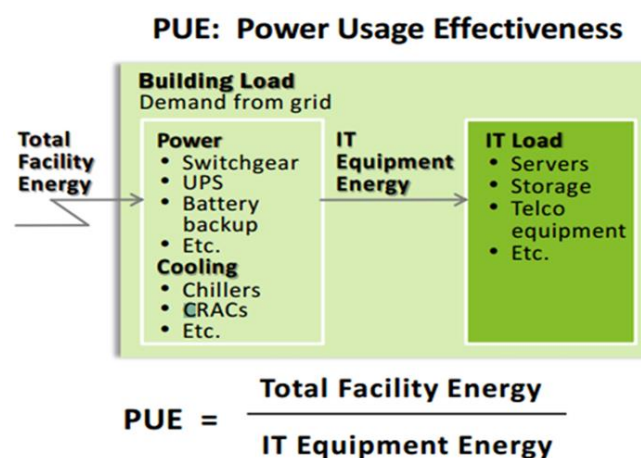


Figura 17. Cálculo do *Power Usage Effectiveness* num *Data Center*

- ii. O *Data Center Infrastructure Efficiency* (DCiE) é uma métrica utilizada para determinar a eficiência da infraestrutura física de um *Data Center*. O DCiE é calculado simplesmente dividindo o consumo de energia dos equipamentos TIC pelo consumo total de energia do *Data Center* físico. É o inverso do PUE.

Na

Tabela 3 é apresentada uma tabela com os diferentes níveis de eficiência energética proposta pelo *Green-Greed* para um *Data Center*.

Tabela 3. Diferentes níveis, de eficiência energética, propostos pelo *Green-Greed*, para *Data Center*

Nível	DCiE	PUE
<i>Platinum</i>	> 0,8	< 1,25
<i>Gold</i>	0,7 - 0,8	1,25 – 1,43
<i>Silver</i>	0,6 – 0,7	1,43 – 1,67
Bronze	0,5 – 0,6	1,67 – 2
<i>Recognised</i>	0,4 – 0,5	2 – 2,5
<i>Not Recognised</i>	< 0,4	> 2,5

Em setembro de 2013 foi inaugurado em Portugal um *Data Center* (*Data Center* Portugal Telecom da Covilhã) com capacidade para instalação de mais de 50.000 servidores. Organizado em 4 blocos principais e um bloco de suporte, correspondendo a um total de 75.500m² de área. A infraestrutura contém 24 salas de Tecnologias de Informação (TI) com 12.000m² de espaço amplo e foi certificado pelo *Uptime Institute* como Tier III, e um rácio de Eficiência de Utilização Energética (PUE) de 1.25.

Na Figura 18 são apresentadas 2 imagens: a da esquerda, representa o aspeto exterior do edifício e, a da direita, um aspeto do interior de uma das salas TI do maior *Data Center* português.

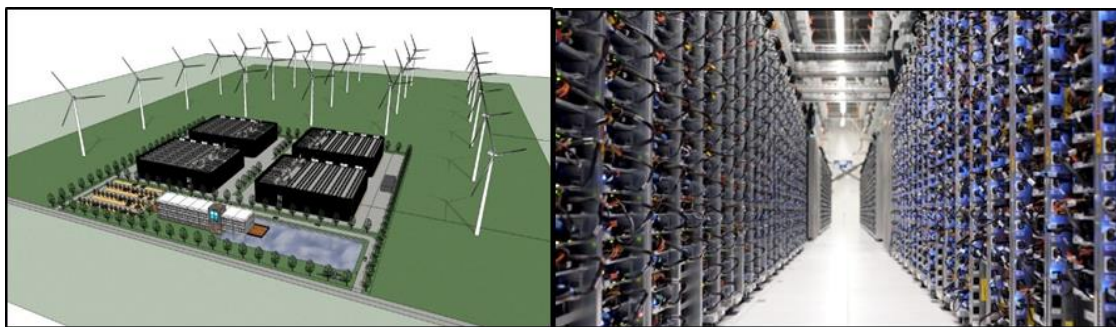


Figura 18. Envoltante exterior do edifício, e interior de uma das salas de Tecnologias de Informação, do *Data Center* da Covilhã

Complementa-se a exposição, com a análise exemplificativa de um caso real, em que se procura fazer uma comparação da evolução recente de alguns equipamentos de transmissão instalados em *Data Centers*. Os dados são baseados no conhecimento do mercado.

i. Equipamentos terminais de linha

Analise-se este caso real:

- a. Um equipamento *Switch* fabricado no ano 2001 da marca Nortel, modelo *Baystack 450* de 24 portos 10/100, tem uma Potência Máxima de Entrada de 150 W, ou seja, 6,25 W por porto (exemplo de equipamento instalado nos hospitais de S. João do Porto, Sto. António do Porto e Padre Américo em Penafiel).
- b. Um equipamento *Switch* fabricado no ano 2010 da marca Nortel, modelo *Avaya 5510* de 24 portos 10/100/1000, tem uma Potência Máxima de Entrada de 130 W, ou seja, 5,42 W por porto.

Na comparação entre os equipamentos a) e b), verifica-se que a um aumento significativo verificado nas características de transmissão, corresponde, ao invés, uma redução significativa no valor médio esperado para o consumo de energia.

- c. Um equipamento *Switch* fabricado no ano 2015 da marca Extreme Networks (ex-Enterasys) 2015 com 24 portos 10/100/1000, tem uma Potência Máxima de Entrada de 30 W, ou seja, 1,25 W por porto.

Na comparação entre os equipamentos b) e c), verifica-se que em apenas 5 anos, conseguiu-se desenvolver um equipamento com características de transmissão equivalentes, mas com uma redução significativa no valor médio esperado para o consumo de energia elétrica.

Esta evolução aplicada a um edifício como o do Hospital da Prelada, onde se estima haver cerca de 2.000 portos ativos, excluindo as poupanças resultantes da menor energia elétrica consumida na climatização, corresponde a uma poupança estimada para a energia elétrica consumida anualmente de:

Poupança estimada para o consumo anual de energia elétrica = (Potência Elétrica de um porto^(b) - Potência Elétrica de um porto^(c)) x nº de portos x horas de funcionamento anual

Poupança estimada consumo anual de energia elétrica = (5,42-1,25) x 2000 x 24 x 365

Poupança estimada consumo anual de energia elétrica = 686 784 kWh.

Para esta estimativa, considera-se que todos os portos estão ativos e a funcionar no estado de operação de maior consumo o que evidentemente nem sempre acontece. Considera-se, também que os portos não dispõem da funcionalidade de *Power Over Ethernet* (PoE).

ii. Power Over Ethernet (PoE) versus Fonte de Alimentação Externa.

Analise-se o consumo de um equipamento terminal telefónico a funcionar sobre o *Internet Protocolo* (IP) alimentado remotamente por portos PoE ou alimentados por Fonte de Alimentação Externa.

Os portos PoE dos *standards* - IEE 802.3af e IEE 802.3at - permitem a alimentação de dispositivos de rede por meio de cabos UTP / FTP até distâncias de 100m. Desta forma, é possível alimentar dispositivos como câmaras de vídeo, telefones, *switches* e pontos de acesso, entre outros. Em 2003, o IEEE estabeleceu padrão PoE 802.3af (802.3at tipo 1), atualizado para 802.3at (802.3at tipo 2 PoE+) em 2009.

- a. A potência máxima transmitida do IEEE 802.3af é de 15,4 W enquanto no IEEE 802.3at é de 30 W. Este último é o mais apropriado para as câmaras de vídeo IR, telefones IP, impressoras, entre outros.

Um telefone da marca Cisco, modelo 7800 Series com tecnologia IP que suporta PoE IEEE 802.3af (classe 1) tem uma potência que não ultrapassa os 3,84 watts. Se não for alimentado por um porto PoE, necessita de uma fonte de alimentação externa.

- b. Neste caso o fabricante recomenda uma Fonte de Alimentação Externa da marca Cisco CP-PWR-CUBE 3 com Potências de Entrada (P_{In}) 100-240 V (AC), 0,5 A e Potências de Saída (P_{Out}) 48V (DC), 0,38 A.

Pese embora as perdas que ocorrem no cabo, ao utilizar o PoE, verificam-se aqui, poupanças de duas ordens de grandeza: a energia poupada pela utilização da alimentação PoE, a que acresce a vantagem da não existência das perdas de transformação associadas ao transformador da fonte externa; e a poupança devida a custos de investimento e de manutenção necessários, associados à fonte externa.

Na análise deve ser considerado a energia desperdiçada quando a fonte está ligada à tomada da rede elétrica sem que tenha qualquer carga ligada na saída. Em contrapartida, os *switchs* dispõem de inteligência artificial que lhes permitem gerir os consumos energia em situações em que os portos estão sem atividade durante um determinado período.

Outra vantagem em utilizar portos PoE comparativamente à utilização de Fontes Externas de Alimentação é a de os portos PoE poderem ser programáveis para ligar e desligar partes e/ou componentes que deixem de ser necessários em função das funcionalidades das cargas que alimentam em cada momento, ou a possibilidade de gestão em fornecerem PoE só nos portos que o solicitem.

2.2.3.3. PEQUENOS EQUIPAMENTOS DE REDE

Por definição, designam-se por pequenos equipamentos terminais de rede - *Small Networking Equipment* (SNE) - os dispositivos cuja função principal é passar o tráfego entre diversas interfaces de rede *Internet Protocol* (IP)/ports, destinados ao uso em ambientes residenciais e pequenas empresas. Estes equipamentos permitem que os seus

utilizadores se mantenham ligados a outros dispositivos de uma rede local, metropolitana ou internacional.

Estes equipamentos são caracterizados por estarem ligados, em rede e à rede de energia elétrica, de uma forma permanente. Embora durante a maior parte desse tempo estejam sem produzir qualquer “trabalho útil”, consomem, aproximadamente, a mesma quantidade de energia, independentemente do seu estado de atividade. Para explorar as oportunidades de eficiência energética neste tipo de dispositivos foi estudado pela *Energy Efficient Ethernet* (EEE), a Norma IEEE 802.3 az. Esta Norma foi desenvolvida no sentido ajustar os consumos destes equipamentos (níveis de atividade) em função da atividade que a cada momento estão a desenvolver na rede. Destacam-se os seguintes equipamentos Terminais.

- i. O *Access Point* (AP) é um dispositivo que tem como função principal, permitir que vários utilizadores estejam ligados sem fio, à rede. Para os efeitos desta especificação, estes Pontos de Acesso incluem dispositivos fornecendo apenas conectividade 802.11 IEEE (Wi-Fi)¹¹.

Na Figura 19 é apresentado um *Access Point Wireless*.



Figura 19. Access Point Wireless

¹¹ Marca registada da Wi-Fi Alliance, utilizada por produtos certificados que pertencem à classe de dispositivos de rede local sem fios (WLAN) baseados no padrão IEEE 802.11

- ii. O *Router* é um dispositivo de rede que têm por função principal determinar o caminho ideal por onde o tráfego de rede deve ser encaminhado. Os *routers* encaminham pacotes de uma rede para outra, com base em informações da camada de rede.
- iii. O *Switch* é um equipamento ativo que opera normalmente na camada 2 do modelo OSI (*Data Link*) e tem como principal funcionalidade a interligação de equipamentos (estações de trabalho, servidores, etc.) de uma rede através de várias portas RJ45 (ou ISO 8877) fêmea. Outro equipamento com a mesma função é o HUB¹². A diferença dos dois reside no facto de que o HUB não é capaz de direccionar os dados de um nó.

Na Figura 20 é apresentado uma imagem de um modelo de *switch*.



Figura 20. Imagem de um *switch*

- iv. O *Modem* de Banda Larga, é um dispositivo que modula um sinal digital numa onda analógica, pronta a ser transmitida pela linha telefónica, e que desmodula o sinal analógico e reconverte-o para o formato digital original. O processo de conversão de sinais binários para analógicos é chamado de modulação/conversão digital-analógico. Quando o sinal é recebido, um outro *modem* reverte o processo (chamado demodulação). Ambos os *modems* devem estar a trabalhar de acordo com os mesmos padrões, que especificam, entre outras coisas, a velocidade de

¹² Hub é um dispositivo que permite a ligação de vários dispositivos de Ethernet em conjunto, e fazendo-os comportar como um único segmento de rede

transmissão (bps¹³, baud¹⁴), nível e algoritmo de compressão de dados, protocolo, etc.

- v. *Integrated Access Device* (IDC), é um dispositivo de rede como um modem mas capaz de executar uma ou mais das seguintes funções: roteamento de rede em par de cobre, multiporto de comutação Ethernet e/ou a funcionalidade de ponto de acesso.

Na Figura 21 é apresentado uma imagem de um modelo de um *Integrated Access Device*.



Figura 21. Imagem de um *Integrated Access Device*

- vi. *Optical Network Termination* (ONT) é um tipo de dispositivo que converte os sinais óticos de uma rede de fibra ótica em sinais elétricos para a rede em par de cobre ou ligações *wireless*, estão disponíveis em qualquer ambiente de trabalho ou em versões de montagem de construção, com diferentes opções de conectividade.

Na Figura 22 é apresentado uma imagem de um modelo de um *Optical Network Termination*

¹³ bps, bit por segundo

¹⁴ Baud, representa o número de mudanças na linha de transmissão (seja em frequência, amplitude, fase etc...) ou eventos por segundo



Figura 22. Imagem de um *Optical Network Termination*

- vii. *Set-Top Box* (STB) é um dispositivo cuja função primária é a de receber sinais da rede e convertê-los em sinais de vídeo que entregam a televisores ou outros equipamentos multimídia. Normalmente têm funções secundárias importantes como gravar programas, entre outra. Para que essas funções estejam disponíveis é necessário que as STB estejam ligadas em rede e, necessariamente, à rede de energia elétrica 24 horas por dia e sete dias por semana consumindo quantidades significativas de energia elétrica. Segundo dados do programa *Energy Star*, se as STB ligadas nos USA cumprissem os requisitos desse programa, seria possível reduzir o seu consumo de energia elétrica relativamente às convencionais, em cerca de 40%. Atualmente a maioria das Unidades de Alojamento que estão ligadas às redes de telecomunicações, fazem-no através STB.

- Estados de operação dos pequenos equipamentos de rede

De uma forma simplificada, até há um tempo não muito longínquo, eram identificados, para os equipamentos de rede, apenas os três seguintes modos de operação:

- i. O *Modo On* é considerado quando o equipamento está ligado à rede de energia elétrica e à rede de telecomunicações e realiza a sua função principal, ou seja, o televisor apresenta o programa que está a ser transmitido, o *Personal Computer* (PC) está em rede, o carregador de bateria está carregar a bateria de um dispositivo, etc.;

- ii. O *Modo Off* é considerado quando o equipamento não desempenha qualquer função principal, no entanto continuam a ocorrer perdas no transformador da fonte de alimentação, pelo facto do equipamento continuar a estar ligado à rede elétrica.
- iii. O *Modo Standby* é considerado quando o equipamento está a ser alimentado pela rede elétrica mas o equipamento não está a realizar a sua função principal. O equipamento está preparado para, após receber um sinal de controlo remoto, entrar no modo ligado.

O *Modo Standby*, objeto de estudo mais detalhado ao longo desta tese, é caracterizado pela ligação permanente do equipamento à rede elétrica, mas sem uso efetivo, ou seja, o equipamento entra em operação normal somente após a intervenção do utilizador, geralmente via controlo remoto. Esta funcionalidade, presente na maioria dos equipamentos multimédia domésticos, resulta numa comodidade para o utilizador, apesar de, na maioria das vezes, estes, ignorarem os valores de energia elétrica consumidos neste estado.

Segundo um estudo feito em Portugal, os consumos globais em *Modo Standby* representavam, em 2004, um acréscimo de cerca 380 kWh/ano ao consumo total de uma Unidade de Alojamento (cerca de 12% do consumo total). Com a recente massificação dos serviços multimédia e internet distribuídos pelas Redes Fixas de Telecomunicações em Par de Cobre, Redes de Cabos Coaxiais de Distribuição de Sinais de Televisão (CATV) ou Redes em Cabo de Fibras Óticas, novas funcionalidades e conteúdos foram disponibilizados aos utilizadores o que levou ao aparecimento massivo de mais equipamentos terminais em cada Unidade de Alojamento (UA), destacando-se as *Set-Top Box* (STB) com consumos consideráveis no *Modo Standby*. A massificação destes serviços, e a consequente proliferação destes equipamentos, levou à necessidade de medidas de eficiência energética focadas nas STB. Na Figura 23 são representados, à esquerda, um gráfico com a evolução horária dos diferentes modos de funcionamento dos equipamentos audiovisuais e no quadro à direita o diagrama de carga médio dos equipamentos audiovisuais referentes ao ano 2004.

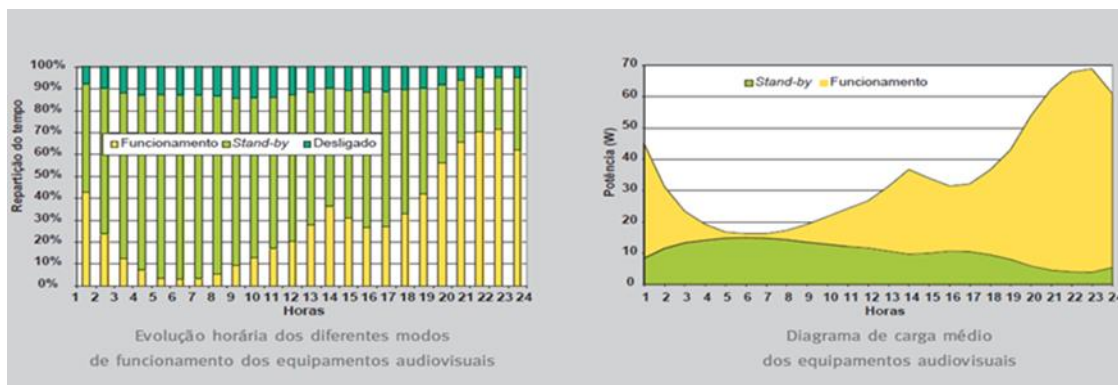


Figura 23. Gráfico com a evolução horária dos diferentes modos de funcionamento dos equipamentos audiovisuais (esquerda) e, no quadro à direita, o diagrama de carga médio dos equipamentos audiovisuais [Fonte: DGGE 2004]

O problema do consumo em Modo *Standby*/desligado é essencialmente um problema de tecnologia, existindo atualmente novas soluções capazes de reduzir os consumos de energia nesse modo. No entanto, barreiras de mercado, financeiras e de informação, contribuíram para o atraso na adoção destas medidas, durante alguns anos.

Por outro lado, o crescente desenvolvimento dos últimos anos das tecnologias de informação e de conteúdos multimédia, ao introduziram novas fontes de consumo, modificou a realidade dos consumos de energia elétrica das Unidades de Alojamento. O consumo de energia elétrica dos Equipamentos de Telecomunicações e das Tecnologias de informação e Comunicação (TIC) domésticos, não pode continua a ser encarado como uma nova utilização de consumo marginal. Estes equipamentos, tal como a maioria dos equipamentos eletrónicos, constituem uma fonte de consumos no Modo *Standby* muito considerável e de crescimento rápido.

A Figura 24 mostra o papel relevante do modo de utilização destes equipamentos para uma amostra de 100 Unidades de Alojamento em Portugal Continental. Verifica-se que o período de tempo em *Modo Standby* (cerca de 30%) é superior ao período de tempo em funcionamento.

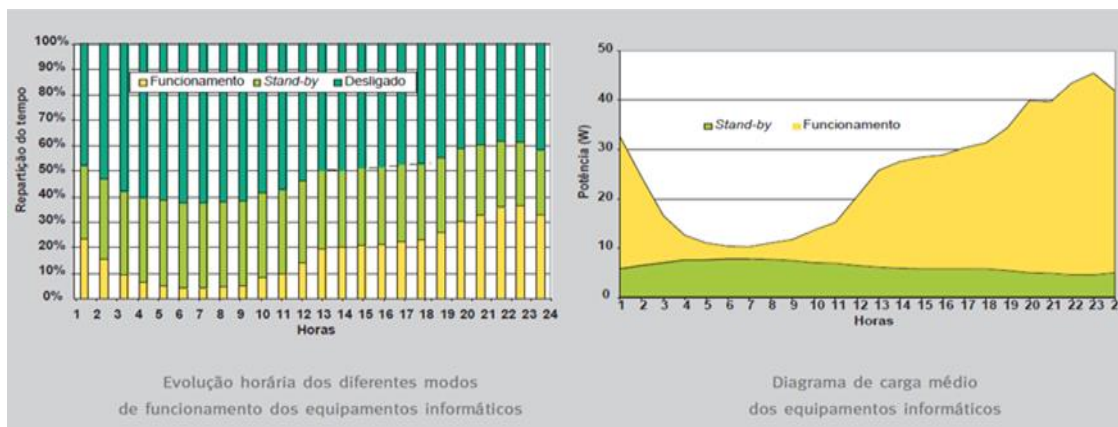


Figura 24. Evolução horária dos diferentes modos de funcionamento dos equipamentos informáticos (à esquerda) e, à direita, diagrama de carga médio dos equipamentos informáticos [Fonte: DGGE 2004]

Recentemente, o *Lawrence Berkeley National Laboratory* (LBNL) apresentou uma definição geral para o termo *Standby* de forma a enquadrá-lo dentro de uma terminologia denominada *low power modes* (*lopomo*). Contudo, cabe aqui mencionar que alguns equipamentos possuem outros modos de operação que estão situados entre as condições de *Standby* e Ativo, como por exemplo, os Modos *Sleep* e *Deep Sleep*.

De acordo com as definições adotadas pelo *Department of Energy* (DoE) e pelo *International Electrotechnical Commission* (IEC), o termo *Standby* especifica as condições de menor consumo do equipamento enquanto o mesmo permanece ligado à rede elétrica.

A Agência para a Proteção do Ambiente (EPA) em colaboração com o DoE dos Estados Unidos da América (EUA) lançaram, em 1993, um programa voluntário de etiquetagem para os Equipamentos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) – o Programa *Energy Star*. Este programa obteve a adesão dos grandes fabricantes que passaram a introduzir as funções de economia de energia nos seus produtos. Por forma a incentivar a penetração destes produtos, a legislação americana não permite que o Governo dos EUA e as entidades da administração americana adquiram material eletrónico que não tenham a etiqueta *Energy Star*, contribuindo - pela forma do exemplo -, para o aumento da eficiência energética dos seus serviços.

2.2.3.4. AS REDES

Há uma série de especificidades na forma como funcionam as redes de telecomunicações e respetivos equipamentos, que fazem da temática da eficiência energética uma das áreas mais difíceis lidar, de todas as consideradas nas políticas energéticas.

A conectividade de rede envolve, inerentemente, interdependência entre os vários elementos que a constituem. Alguns dispositivos da rede podem exigir funções e serviços de outros dispositivos, o que pode induzir a um maior consumo de energia nesses outros dispositivos. Esta realidade, apresenta alguns desafios para o desenvolvimento de políticas energéticas eficazes e tornam a sua implementação, muito diferente da abordagem tradicional, que considera o funcionamento dos equipamentos de uma forma isolada. Num contexto de rede, é por vezes necessário considerar o desempenho dos equipamentos interligados como um sistema e, em particular, as tecnologias que permitem a sua interconexão. O desafio é garantir que as funcionalidades exigidas são mantidas e, ao mesmo tempo, reduzir a energia necessária.

Os equipamentos de rede e os equipamentos terminais (periféricos) têm duas funcionalidades muito diferentes, que devem ser tidas em consideração quando abordamos a temática da eficiência energética. Uma delas é que quando a função principal está a ser desempenhada, deve utilizar, sempre que possível, apenas, os componentes estritamente necessários à função, de modo a que a eficiência energética possa ser tão elevada quanto possível. A outra é que o dispositivo deva ser capaz de reduzir ou modular a sua energia durante os períodos de procura reduzida de processamento de dados (ou quando certas funções não são necessárias).

Cabe aqui referir que os equipamentos (incluindo os da própria rede) quando ligados em rede passam a maior parte do tempo a executar muitas funções em paralelo. Um exemplo concreto é o Computador Pessoal (PC) - este equipamento tem capacidade de executar várias funções relacionadas com os dados ao mesmo tempo, que incluem funções tão diversas como a realização de cálculos, a manutenção de uma ligação à rede, navegar na Internet, enviar e/ou receber *emails*, reproduzir música, copiar dados,

reproduzir imagens de vídeo, entre outras. Se, por exemplo, estamos a usar um *tablet* para ver fotos gravadas na sua memória, não necessitamos de o ter ligado em rede.

Na Figura 25 é apresentado um diagrama tipo de uma rede LAN&WAN.

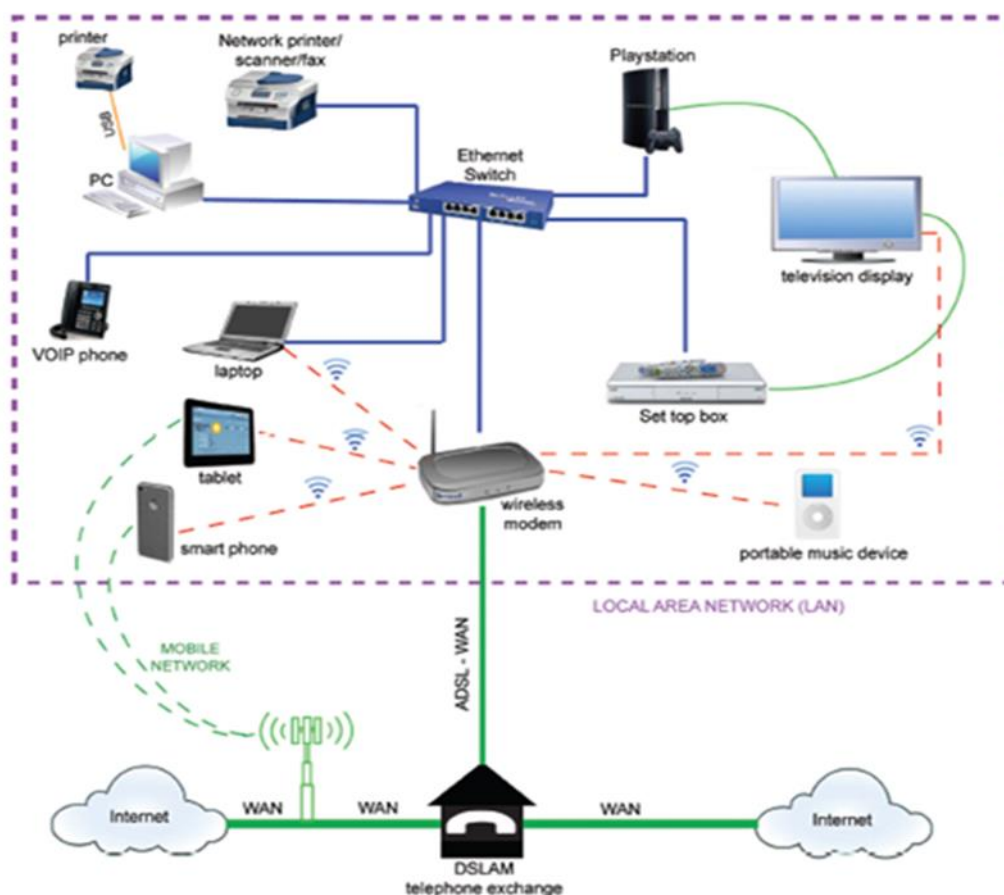


Figura 25. Diagrama tipo de uma rede [Fonte: *EES For The IEA 4E Standby Annex*, Março de 2014]

2.2.4. O PAPEL DAS AUTORIDADES REGULADORAS E NORMALIZADORAS

2.2.4.1. ASPETOS GERAIS

Embora algumas das utilizações das Tecnologias da Informação e Comunicações (TIC) sejam no sentido de potenciar a eficiência energética em inúmeros setores da economia, até ao presente não tem havido preocupação dos vários operadores do mercado, em conseguir - para as próprias redes e os vários equipamentos que as constituem ou nela

operam -, melhores eficiências energéticas. No entanto, de toda a energia consumida no setor, uma grande quantidade é utilizada, apenas, para manter toda a conectividade da rede. Ou seja, enquanto a energia utilizada por cada dispositivo é pequena, considerando o seu crescimento generalizado, o consumo cumulativo é considerável. Na Figura 26 apresenta-se um gráfico que representa a distribuição do consumo anual de energia (referenciado a 2010) de um ciclo típico de um modelo de consola de jogos ligado à rede.

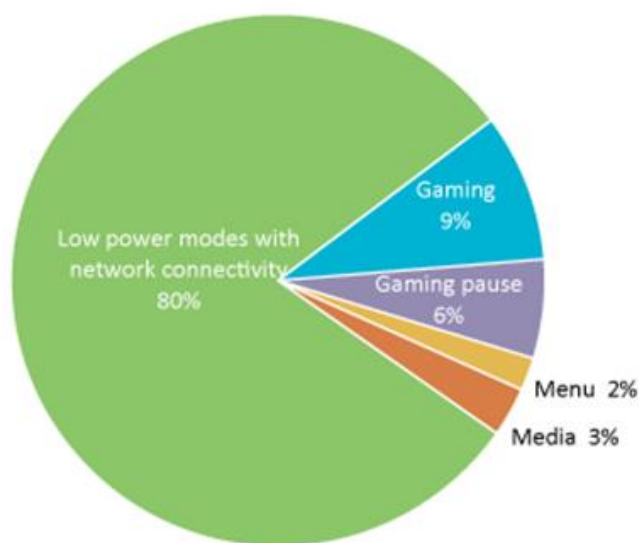


Figura 26. Distribuição do consumo anual de energia (referenciado a 2010), de um ciclo típico, de um modelo de consola de jogos [Fonte: *International Energy Agency (2014), More Data Less Energy 2014, OECD/IEA, Paris*]

Atendendo a estas recentes tendências, são previstos aumentos consideráveis na procura de energia elétrica que necessitam da devida, e imediata, atenção de todas as partes interessadas nos mercados das telecomunicações, transformando esta realidade num potencial de oportunidades de negócio no mercado do setor da energia elétrica, particularmente, no ligado à temática da sua eficiência energética.

2.2.4.2. UNIÃO INTERNACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (IUT)

A União Internacional de Telecomunicações (IUT) [18] estimava para o final de 2014 que cerca de 2,9 mil milhões de pessoas, o equivalente a 40% da população global, estaria ligado em rede. O mesmo estudo prevê que considerando as atuais taxas de

crescimento do setor das Tecnologias de Informação e Telecomunicações (TIC), metade da população mundial estará *online* em 2017. No final de 2014, o número de terminais de banda larga móvel terá atingido 2,3 mil milhões de unidades, um valor quase 5 vezes maior do que o atingido em 2008 (apenas seis anos antes).

Segundo o mesmo relatório o número de subscrições de utilização de terminais de telemóvel terá atingido o valor de 7 mil milhões, um valor que se aproxima do número total de habitantes no planeta e a que corresponde a uma taxa de penetração¹⁵ de 96%.

O número de subscritores de serviços em banda larga fixa, embora com taxas de crescimentos ligeiramente inferiores, também não para de crescer. Em 2013 registou uma taxa de crescimento de 44% na região Ásia-Pacífico, seguida pela região Europa onde esse crescimento foi de 24%. Em contraste, nas regiões de África e da América Latina esse crescimento é muito reduzido. A taxa de penetração de banda larga fixa é, na região da Europa, cerca de 30% contra a um valor de 10% para a média global.

Conforme se pode ver na Tabela 4, até ao final de 2014 o número de utilizadores de Internet em todo o mundo atingiu o valor de 2 911 mil milhões tendo dobrado em 5 anos nos países em desenvolvimento. Os valores estimados para 2015 são de 3127 milhões.

Segundo algumas fontes, [19] poderá haver, em 2018, cerca de 9 000 milhões de equipamentos terminais ligados em rede.

No sentido de melhorar a eficiência energética nas redes e equipamentos terminais de acesso de telecomunicações a União Internacional de Telecomunicações (UIT) tem implementado uma série de normas, recomendações e orientações.

Essas Normas e orientações são destinadas às organizações de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no sentido de as incentivar a boas práticas de gestão de desempenho energético e de redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Embora não exista um quadro único de avaliação que atenda às necessidades de organização TIC em todo o mundo, estas recomendações visam orientar cada uma

¹⁵ Taxa de penetração é o rácio entre o número de utilizadores versus número de potenciais utilizadores

dessas organizações para as suas próprias necessidades, em termos de estratégias de negócios e desempenho ambiental. Nesse sentido irá ser criado um quadro de avaliação que atenda aos seus próprios desafios, nas suas duas dimensões: as metas de avaliação que a organização quer optar por cumprir; os critérios de avaliação que a mesma utiliza, para entender e evidenciar melhor o seu desempenho.

Tabela 4. Ligações ativas e taxa de penetração. Adaptado de *Key ICT indicators for the ITU/BDT regions (totals and penetration rates)* [Fonte: IUT 2015]

Tipo de Ligação	Total de Ligações/Taxa de Penetração (milhões/% por 100 habitantes)	
	Ano 2014	Ano 2015*
Telefone Fixo	1 084	1 050
	18,2	17,6
Telemóvel	6 916	7 047
	106,3	106,7
Banda Larga Móvel	2 675	3 439
	43,7	51
Banda Larga Fixa	740	785
	11,9	12,4
Utilizadores Individuais de Internet	2 911	3 127
	47,1	49,7

Entretanto o setor das TIC decidiu adotar para os seus produtos, o padrão *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)*. Este padrão tem por missão o fabrico de equipamentos e dispositivos TIC (incluindo bens e serviços) mais amigos do ambiente e capazes de contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, focando essas preocupações essencialmente em:

- i. Fornecer uma visão e orientação geral;
- ii. Orientações direcionadas às infraestruturas das TIC (abrangendo áreas como redes, centros de dados, hardware e software);

- iii. Orientações direcionadas às aplicações dos serviços de TIC (destinados a uma combinação de orientação da infraestrutura e, em alguns casos, o efeito de habilitação da aplicação informática);
- iv. Apoiar discrepâncias, fatores de emissões secundárias, referências e glossário.

O objetivo desta norma é, no seu essencial, o mesmo da IEC/TR 62725 que será abordada noutra parte desta tese. Isto é, há duas normas, focadas nos mesmos objetivos.

Entretanto foram publicadas algumas normas e recomendações. Para o âmbito desta tese destacamos as seguintes:

- i. ITU-T L.1410, *Methodology for environmental impact assessment of ICT goods, networks and services*.

É uma Norma que se baseia na *International Organization for Standardization (ISO)* Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e tem como finalidade:

- a. Fornecer os requisitos específicos às TIC, além dos especificados nas normas ISO Avaliação do Ciclo de Vida (ACV);
- b. Garantir um mínimo de qualidade de estudos de ACV de produtos, redes e serviços TIC;
- c. Assegurar a credibilidade da ACV de produtos, redes e serviços TIC;
- d. Aumentar a transparência e facilitar a interpretação dos estudos de ACV de produtos, redes e serviços TIC;
- e. Facilitar a comunicação de estudos sobre ACV de produtos, redes e serviços TIC; e,
- f. Proporcionar uma metodologia para os operadores de telecomunicações e provedores de serviços na avaliação ambiental de um ou mais serviços que são transportados nas suas redes de TIC.

- ii. L.1420 ITU–T (02/2012), *Methodology for energy consumption and greenhouse gas emissions impact assessment of information and communication technologies in organization*.

Esta recomendação fornece a metodologia a ser seguida na avaliação dos consumos de energia e das emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) produzidos ao longo de um período de tempo definido com as seguintes finalidades:

- a. Avaliação do impacto relacionado com a atividade das próprias organizações TIC; ou,
- b. Avaliação do impacto das organizações TIC no âmbito das suas atividades relacionadas com as organizações não-TIC.

Além disso, este padrão apresenta um suplemento para a ISO 14064-1 e Norma Corporativa para o *Greenhouse Gas Protocol* para as organizações TIC que pretendam avaliar o consumo de energia e os impactos relacionados com a emissão de GEE na sua própria organização.

- iii. ITU–T L.1430, *Methodology for assessment of the environmental impact of information and communication technology greenhouse gas and energy projects*.

Esta recomendação pretende ser um complemento à norma ISO 14064-2 e do Protocolo de Projeto do *Greenhouse Gas Protocol* (GHG Protocol). Estabelece orientações para a aplicação de uma metodologia específica para a avaliação do impacto ambiental dos gases de efeito estufa (GEE) que os projetos de energia têm nas tecnologias de informação e comunicação (TIC).

A metodologia proposta é especificamente dirigida à quantificação e elaboração de relatórios das reduções de emissões de GEE e/ou aumento de remoções, reduções de consumo de energia, e o aumento da geração de energia e de armazenamento de energia em projetos de TIC de GEE e projetos de energia das TIC.

Esta norma fornece os requisitos e orientações, para:

- a. Planeamento de um projeto de TIC e o seu cenário de referência;

- b. Identificação e seleção de fontes de GEE, relevantes do projeto, e linha cenário de base TIC;
 - c. Identificação e seleção de fontes de consumo de energia, relevantes do projeto TIC, e cenário de referência;
 - d. Gestão da qualidade dos dados;
 - e. Monitorização, quantificando, por forma a documentar e relatar o desempenho do projeto TIC; e,
 - f. Validação e/ou verificação do plano e/ou relatório do projeto de TIC.
- iv. ITU–T L.1440, *Methodology for environmental impact assesement of ICT Within cities*

Esta Norma ainda está em fase de discussão (2012). Recomenda procedimentos para que as TIC possam ser usadas na otimização do uso de energia nas cidades no sentido de reduzir a taxa de acumulação de gases de efeito estufa na atmosfera.

- v. ITU–T L.1450, *Methodology for environmental impact assesement of ICT Within countries.*

Esta Norma ainda está em fase de discussão (2012). Recomenda procedimentos para que as TIC possam ser usadas na otimização do uso de energia nos países para reduzir a taxa de acumulação de gases de efeito estufa na atmosfera.

- vi. ITU–T L.1000, (Recomendação) *Universal power adapter and charger solution for mobile terminals.*

Esta recomendação estabelece os requisitos gerais para ser encontrada uma solução para um carregador e adaptador universal de energia para terminais móveis e outros dispositivos TIC de mão, com o objetivo de reduzir o número de carregadores e adaptadores de energia produzidos e reciclados, alargando a sua aplicação a mais dispositivos e aumentar o seu ACV. Também visa reduzir o consumo de energia porque ao aumentarmos o seu ciclo de vida estamos a evitar a duplicação de dispositivos, reduzindo a procura e o desperdício de matérias-primas.

- vii. ITU-T L.1200 (Recomendação) *Direct current power feeding interface up to 400 V at the input to telecommunication and ICT equipment.*

Esta recomendação estabelece os requisitos gerais para uma solução de uma interface direta entre o atual sistema de alimentação de energia e os equipamentos TIC a ele ligados. São estabelecidos os níveis de tensão normais e anormais e os níveis do ensaio de imunidade eletromagnética para manter a estabilidade dos serviços de telecomunicações e comunicações de dados dos equipamentos TIC. A interface é especificada para operar a partir de uma fonte de energia de até 400 V DC permitindo ao equipamento um aumento do consumo de energia e densidade de potência, por forma a obter-se uma maior fiabilidade e eficiência energética, utilizando na sua construção menos matérias-primas do que as utilizadas nas atuais soluções de alimentação UPS em AC ou -48 VDC.

- viii. ITU-T L.1201 (Recomendação) *Architecture of power feeding systems of up to 400 VDC.*

Esta recomendação estabelece os requisitos gerais para uma solução de arquitetura de sistemas de alimentação de energia até 400 VDC para os equipamentos dos centros de telecomunicações, *Data Centers* e nas instalações de cliente TIC. São descritos aspetos como a configuração, redundância, distribuição de energia e monitoramento, a fim de construir sistemas de alimentação de energia seguras, confiáveis e gerenciáveis. Pode ser usado, também, como um modelo de referência para a arquitetura de novas recomendações como, por exemplo, o desempenho dos sistemas de alimentação de energia em corrente contínua.

2.2.4.3. AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (IEA)

Numa análise recentemente feita pela Agência Internacional de Energia (AIE) [20], foi verificado que a implementação das melhores soluções tecnológicas já disponíveis poderiam reduzir a procura de energia elétrica em mais de 60%. Estão perfeitamente identificadas uma série de soluções tecnológicas que podem ser implementadas para permitir que dispositivos possam ser desligados ou reduzir os seus requisitos de energia, sem perder a sua capacidade de prestar os serviços que a conectividade de rede permite. Novos desenvolvimentos de *hardware*, *software* e protocolos de comunicação, apoiados

em novas normas técnicas deverão desempenhar um papel fundamental na melhoria global da eficiência energética. Uma grande parte destas soluções poderá ser facilmente implementada com um esforço ou custo adicional mínimos, para fabricantes e consumidores. Uma melhor adequação entre o efetivo desempenho das funções e o respetivo consumo de energia das redes e equipamentos poderão traduzir-se num elevado potencial de poupança de energia. Um passo importante para a concretização deste potencial é garantir que, quando não estão a realizar as suas funções principais (como transmitir sinais ou, por ex., gravar programas de Televisão (TV), os equipamentos terminais sejam colocados, o mais rapidamente possível, em modos de baixo consumo, permanecendo nesses modos o maior tempo possível. Segundo o mesmo relatório, o potencial de eficiência energética global que poderia ser conseguido com estes procedimentos é estimado numa redução do consumo de energia elétrica em cerca de 600 TWh por ano, até 2020 – mais do que o consumo atual da energia elétrica do Canadá e Finlândia juntos, e correspondente à energia elétrica anual produzida por cerca de 200 centrais termoelétricas de média dimensão. Na Figura 27 são apresentadas as estimativas de consumo global de energia elétrica e potencial de poupança de dispositivos TIC ligados à rede.

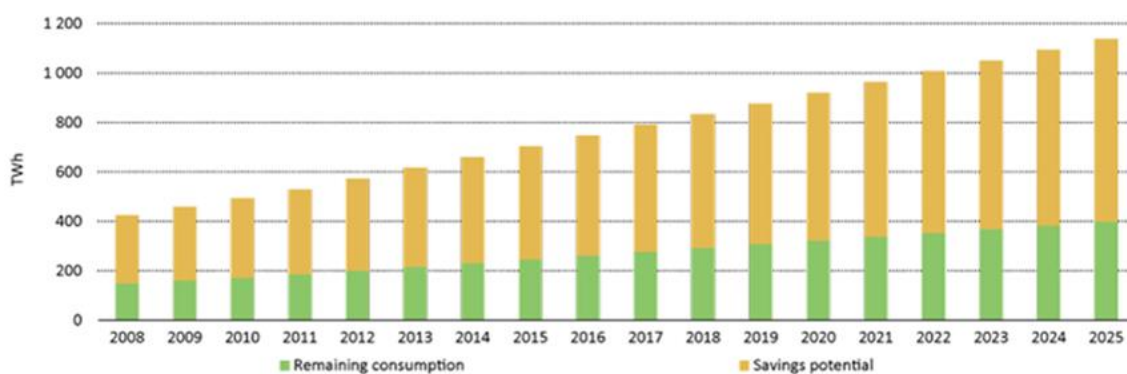


Figura 27. Estimativas de consumo global atual, de energia elétrica, e potencial de poupança dos dispositivos TIC ligados à rede (Fonte: International Energy Agency (2014), More Data Less Energy 2014, OECD/IEA, Paris)

Atualmente, muitos destes dispositivos não estão otimizados em termos de gestão de energia uma vez que têm a necessidade de estar permanentemente a ser alimentados pela rede de energia elétrica para garantir as funções para que foram projetados. Ou

seja, para manter o seu Estado *On*, têm de manter-se permanentemente ligados à rede na maior parte do seu tempo de vida.

2.2.4.4. EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARD INSTITUTE (ETSI)

Com o mesmo objetivo de melhorar a eficiência energética, também o grupo *European Telecommunications Standards Institute Environmental Engineering* (ETSI EE) tem produzido informação relevante, nomeadamente, a seguinte norma metodológica:

- ETSI TS 103 199 (2011–11), *Life Cycle Assessment (LCA) of ICT equipment, net-works and services: General methodology and common*.

Esta Norma faz recomendações sobre a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) dos equipamentos, redes e serviços de tecnologias de informação e comunicação. A metodologia geral e requisitos comuns tem como objetivos:

- a. Harmonizar as avaliações ACV dos equipamentos, redes e serviços de TIC;
- b. Aumentar a qualidade da ACV, adicionando requisitos específicos de TIC aos da ISO 14040 e ISO 14044;
- c. Facilitar a comunicação de ACV de equipamentos, redes e serviços TIC; e,
- d. Aumentar a credibilidade das ACV de equipamentos de TIC, redes e serviços.

Uma vez que este padrão se refere às normas ISO ACV como referências normativas, a orientação estabelece requisitos genéricos e específicos para a avaliação ACV de equipamentos, redes e serviços TIC. Este objetivo é idêntico ao do ITU–T–L.1410 Parte 1, como já referido anteriormente.

2.2.4.5. AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (EPA)

A Agência de Proteção Ambiental (*Environmental Protection Agency*) (EPA), dos Estados Unidos da América, promotora do programa de eficiência energética designado por *Energy Star*, lançou, entre outros, um programa específico para centros de dados

que está apostado em reduzir o nível de consumo de energia destes centros. Como será analisado com mais detalhe na secção 2.7., os centros de dados necessitam de grandes quantidades de energia elétrica para desempenharem as suas funções de base mas, para além disso, como são edifícios dotados com sofisticados sistemas de instalações elétricas especiais, necessitam, também, de muita energia elétrica para garantirem o funcionamento dessas instalações, particularmente as de climatização.

Entretanto este programa foi estendido a outros dispositivos e adotado também por outros países, entre eles, os da União Europeia (UE). O programa *Energy Star* permite às empresas, compararem a eficiência energética dos seus Data Centers e outros dispositivos de telecomunicações com os da sua concorrência e estabelece metodologias para a criação de ferramentas que permitam monitorar, em tempo real, o seu consumo de energia.

Os níveis de eficiência são calculados utilizando a métrica *Power Usage Effectiveness*¹⁶ (PUE), uma unidade que permite medir a potência total fornecida e determinar o que é perdido pelos sistemas de refrigeração e outros componentes da instalação. Este assunto será abordado com mais detalhe na secção 2.7. Na página Web da agência, é possível encontrar a ferramenta *Portfolio Manager*, que permite obter uma estimativa da eficiência.

2.2.4.6. ORGANIZAÇÃO GREENTOUCH

O *GreenTouch* [21] é um consórcio formado pelos maiores centros de pesquisa e desenvolvimento, operadores de telecomunicações (e.g. a Portugal Telecom), fabricantes de equipamentos de redes de telecomunicações e de tecnologias de informação e comunicação. Foi formado com o objetivo de reinventar as tecnologias das redes de telecomunicações e de informação, da internet e de outras redes que suportam comunicações, comércio e entretenimento, tornando-as energeticamente mil vezes mais eficientes do que em 2010.

¹⁶ Uso eficaz da energia

Segundo esta organização, em 2010, este setor era responsável por 2% das emissões mundiais de carbono e, se nada for alterado, esse valor duplicará ao longo da presente década. É para inverter esta tendência que pretendem conjugar os esforços de inovação e *expertise* de toda a indústria das tecnologias da informação e comunicação, desenvolvendo tecnologias que serão determinantes para a sustentabilidade das redes nas próximas décadas.

O seu primeiro objetivo é especificar, até 2015, a arquitetura e desenvolver os principais componentes necessários para aumentar drasticamente a eficiência energética da rede e não apenas a sua performance técnica como acontecia até há bem pouco tempo.

Em setembro de 2012, lançaram um programa estratégico na área de investigação direcionado a quatro elementos essenciais:

- i. Um modelo de referência e ferramentas associadas, para estimar as tendências de consumo de energia elétrica das atuais redes TIC e avaliar potenciais futuras soluções para a rede;
- ii. Um documento que reúna os grandes desafios de pesquisa e as metas de eficiência energética associados de todas Áreas Estratégicas de Investigação (AEI);
- iii. Portefólio de projetos e atividades de pesquisa que abordam as áreas estratégicas de investigação, juntamente com uma visão integrada e consolidada da arquitetura de global de rede *End-To-End*¹⁷; e,
- iv. Indicador de medição do desempenho da evolução do projeto que detalha como e quando os projetos de investigação estão a decorrer e os eventuais ajustes a realizar no sentido de alcançar os objetivos do consórcio.

Em maio de 2013, o *GreenTouch* anunciou os resultados do seu primeiro estudo de pesquisa e análise que designou por *Medidor Verde* [22]. Este medidor permite a todo o setor das TIC uma melhor compreensão da eficiência de energia que é possível obter na

¹⁷ Termo vulgarmente usado no setor das telecomunicações para designar um processo do seu início ao fim sem referências (sem dar relevância) aos passos intermédios.

operação das redes. Os primeiros resultados indicam que os consumos de energia elétrica líquida nas redes podem ser reduzidos significativamente - até 90 por cento, em 2020. O estudo teve em consideração as novas tecnologias, arquiteturas e protocolos, bem como as previsões de crescimento significativo de tráfego que são antecipadas para toda a presente década.

Na Figura 28 é apresentado o modelo do *Medidor Verde* desenvolvido pelo *GreenTouch*. Comparando os valores do lado esquerdo da figura (2010) com os do lado direito (2020), pode verificar-se as previsões de redução possível de consumo de energia elétrica, em função dos valores esperados para a incrementação do tráfego.

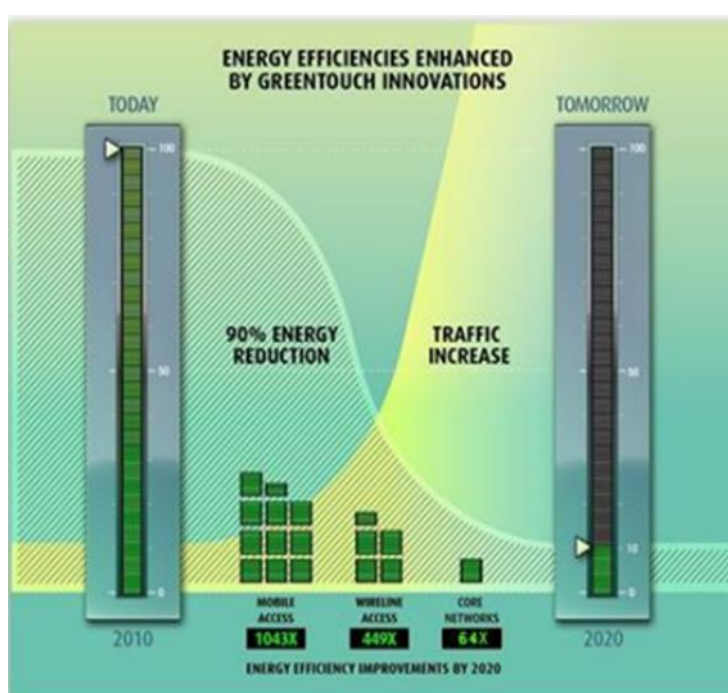


Figura 28. Eficiência energética esperada para as inovações da *GreenTouch* [Fonte: GreenTouch_Green_Meter_Research_Study_26_June_2013.pdf]

2.2.4.7. A NORMA IEC 62087: 2011

A Norma 62087: 2011 especifica os métodos de medição para o consumo de energia dos aparelhos de televisão, equipamentos de gravação de vídeo, set top boxes, equipamentos de áudio e equipamentos multifunções para uso do utilizador final. Os aparelhos de televisão incluem, mas não estão limitados, aos equipamentos com

tecnologias de Tubos de Rádio Catódicos (CRT), *Liquid Crystal Display* (LCD), *Plasma Display Panel* (PDP) ou de projeção.

2.2.5. FORNECEDORES DE SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

2.2.5.1. ASPETOS GERAIS

Os clientes e os reguladores exigem, cada vez mais, produtos que minimizem os custos de energia e as emissões de gases de efeito estufa. Todos os anos, o número de inquéritos feitos por analistas, clientes, acionistas, e Organizações Não-Governamentais (ONG) sobre a sustentabilidade ambiental aumenta. Fabricantes e fornecedores de tecnologias tem de estar sempre a fazer o rastreio de regulamentos e programas de certificação, em todos os países que operam, de forma a assegurar que estão a fabricar produtos e a fornecer serviços conforme especificado e solicitado pelos seus clientes.

Por estas razões, a melhoria da eficiência energética dos produtos e serviços representa mais do que apenas um requisito regulamentar para os fornecedores de tecnologias e é, antes de mais, uma oportunidade importante para se diferenciarem da concorrência. Ao ajudar os seus clientes a economizar nos custos de energia e reduzir o consumo global de energia, estão, também, a produzir produtos economicamente mais competitivos.

Cabe também aos fornecedores de tecnologias colaborar, com governos, entidades reguladoras e normalizadoras, na definição de políticas-chave de requisitos de eficiência energética, particularmente em torno das alterações climáticas. Devem, também, contribuir para influenciar e acompanhar os países emergentes no desenvolvimento de normas e produtos focados na eficiência energética. Estas atitudes, quando feitas corretamente, contribuirão, de forma clara e consistente, para que os mercados que estão num estado de desenvolvimento de pouca maturidade, prossigam a missão de construir e prestar serviços mais eficientes num mercado global mais competitivo. Sem esta colaboração, os países emergentes não conseguiriam, por si só, promover normas de produto e inovação com funcionalidades baseadas no desempenho e eficiência energética.

2.2.5.2. NOVAS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

- **Telco (Cisco)**

A eficiência energética, a par das funcionalidades operacionais, é o atributo mais importante que deve ser atribuído aos novos produtos. Os novos produtos que todos os dias são colocados no mercado, ou são para substituir outros existentes com funcionalidades ultrapassadas, ou para satisfazer novos clientes e necessidade. Nos primeiros, pela via da sua melhor eficiência, está seguramente diminuir-se os consumos de energia mas, quanto aos segundos, mesmo tratando-se de equipamentos eficientes, está, seguramente, a aumentar-se o consumo global de energia.

O ciclo de vida de produtos e equipamentos utilizados nas redes de telecomunicações e nas tecnologias de comunicação e informação, é caracterizado por consumir a maior parte da energia e consequentes Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) durante o seu período de utilização. Por isso, torna-se imperativo que o critério-chave a ter nas fases de *design* e projeto de novos produtos seja o da eficiência energética.

A Cisco, pelo facto de ser um dos maiores fabricantes mundiais de equipamentos e produtos TELCO¹⁸, estabeleceu parcerias com a *United States Environmental Protection Agency* (EPA) uma agência dos Estados Unidos da América (USA) no sentido de definir Normas no âmbito da eficiência energética. Destaca-se o contributo que tem dado, desde 2008 até ao presente, nas especificações da série de Normas Energy Star para pequenos equipamentos de rede.

A Cisco refere que são instalados por ano, só nos USA, cerca 130 milhões destes pequenos dispositivos de rede domésticos¹⁹ (*routers, switches, modems e gateways*).

Na Figura 29 é apresentado um modelo de *Router Wireless*.

¹⁸ TELCO, é o acrónimo vulgarmente usado para designar o setor das redes de telecomunicações e das tecnologias da informação e comunicação como um todo.

¹⁹ Os pequenos produtos são classificados em seis tipos de equipamentos de rede e para cada um é estabelecido o seu objetivo de eficiência energética



Figura 29. Modelo de *Router Wireless* [Fonte: Cisco]

Se todos fossem produzidos com a certificação *Energy Star*, a redução dos custos com energia consumida, num ano, seria de aproximadamente 590 milhões dólares.

Esta abordagem de eficiência energética que é focada apenas no desempenho do equipamento não é muito real, pois geralmente aplica-se a um único ponto – apenas é medida na extremidade terminal de todo um sistema. Uma abordagem que se foque na eficiência energética do produto através de todo um sistema será a melhor maneira de medir e promover a eficiência energética. A *Alliance for Telecommunications Industry Solutions* (ATIS) propõe o método de medição *Telecommunications Energy Efficiency Ratio* (TEER) que se baseia em três padrões utilizados para determinar a eficiência energética de equipamentos de telecomunicações. Estes padrões fornecem uma metodologia abrangente para medir e comunicar o consumo de energia e, de forma uniforme, quantificar o contributo da energia consumida por cada componente de rede em função do trabalho realizado. Os padrões de eficiência são específicos para o tipo de equipamento, local de rede e classificação. Normalizar estas classificações por funcionalidade, permite uma avaliação sistematizada resultante da medição do consumo de energia repetível e comparável.

Na Figura 30 apresenta-se o aspeto geral de um centro de Tecnologias de Informação.



Figura 30. Aspeto de uma sala de transmissão de telecomunicações

A Cisco adotou o *Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*, baseado nas Normas ISO série 14040 que consideram 5 fases do ACV:

- i. Aquisição de materiais e de pré-processamento;
- ii. Produção;
- iii. Distribuição e armazenamento;
- iv. Utilização;
- v. Fim da vida.

- **Telco (Alcatel-Lucent)**

Para aumentar a eficiência energética dos equipamentos e soluções de rede, a Alcatel-Lucent está empenhada em desenvolver esforços de investigação no sentido de encontrar mecanismos de controlo de emissão que podem ser monitorizados, em vez de deixar essa responsabilidade aos utilizadores dos serviços de telecomunicações – normalmente menos sensibilizados para os problemas dos consumos energéticos dos seus equipamentos domésticos. Acreditam que é possível - mantendo os níveis *standard* de eficiência de utilização –, desenvolver soluções efetivas para redes mais eco eficientes por forma a reduzir a pegada de carbono em 50 por cento em 2020 relativamente ao ano 2008.

Um contributo para alterar este panorama está a ser dado desde finais de 2010 pela organização *GreenTouch*, como referido anteriormente. A visão desta organização é criar Redes e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) que sejam sustentáveis, e servir de plataforma aberta e colaborativa, que permita aos seus membros um melhor uso dos seus conhecimentos, por forma a um redesenho fundamental da arquitetura de redes, que melhore drasticamente a sua eficiência energética e, consequentemente a redução dos GEE.

A Alcatel-Lucent, através do seu centro de investigação, o *Bell Labs*, tem dado um contributo muito grande para a otimização das atuais redes de par de cobre, particularmente, nas Tecnologias *Digital Subscriber Line* (xDSL) – tecnologias que serão abordadas mais à frente na secção 3.2. Recentemente apresentou testes laboratoriais, da sua tecnologia *Duplo XG-FAST* [23], que provam ter alcançado uma velocidade recorde mundial de 10 Gbps para uma distância de 30 metros usando dois pares de linhas de cobre. Os resultados do estudo confirmam que a banda larga em par de cobre ainda pode atingir novos limites, e que as redes híbridas de fibra e par de cobre, podem, durante alguns anos, complementar as redes em fibra ótica. Em Portugal o segundo maior operador de redes fixas tem apostado nesta solução.

2.2.6. AQUISIÇÃO COOPERATIVA DE TECNOLOGIAS INOVADORAS

Uma das páticas de gestão que pode contribuir para a Eficiência Energética e, que é bastante utilizada em Portugal pelos Fornecedores de Serviços de Telecomunicações, é a aquisição cooperativa de tecnologias inovadoras e eficientes (*technology procurement*). É um instrumento utilizado pela gestão que permite acelerar a penetração de um produto, serviço ou processo, no mercado. Este instrumento é baseado no “poder” dos compradores agrupados, sendo por isso dirigido ao sector privado, podendo no entanto existir também uma intervenção do Estado. Assim, um grande comprador ou um grupo de compradores define as características de um produto (rendimento energético, nº de unidades anuais a adquirir e/ou custo final) e, contacta um conjunto de fabricantes (normalmente através de um concurso) no sentido de garantir o seu fabrico. Este processo tem vantagens para o comprador, pois garante o preço (normalmente mais reduzido do que o obtido na situação normal) e a qualidade do produto, e para o fabricante, que garante assim o escoamento da sua produção.

Inserido nesta perspectiva, têm sido desenvolvidos na Europa um conjunto de projetos destinados a aplicar os conceitos de “transformação de mercado” aos equipamentos, dos quais se destacam os programas *Energy+*, *Energy Star* e *Etiqueta Alliance for Building Energy Efficiency (GEEA)*.

3. AS NOVAS SOLUÇÕES DE REDE E EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES

3.1. ASPETOS GERAIS

Num inquérito feito, em 2009, pela *Business For Social Responsibility* (BSR) [24], às 133 principais empresas das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), 68% responderam que as mudanças climáticas apresentam riscos reais para as empresas, enquanto 61% responderam esperar impactos positivos referindo que as mudanças climáticas proporcionarão novas oportunidades à sua atividade.

3.2. MELHOR EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Embora as Tecnologias de informação e Comunicação (TIC) estejam a contribuir para eficiência energética em quase todos os setores da economia, a sua atividade (incluindo sistemas de comunicações de rádio e equipamentos) está a contribuir com um valor estimado [25] de 2 a 2,5% de todas as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). No entanto, as TIC têm a capacidade de proporcionar economia de carbono cinco vezes maior do que as próprias emissões totais do setor – o equivalente a mais de 7,8 Giga toneladas (Gt) em 2020, segundo a mesma fonte.

Há cada vez menos linhas de par de cobre ativas, devido à migração dos clientes para as redes de cabo – *Cable Television* (CATV) –, de fibra ótica – *Fiber To The Home* (FTTH) –, ou de comunicações móveis.

A migração dos serviços das redes de acesso em par de cobre para uma única rede, mais eficiente, como o são as *Next Generation Access Networks* (NGA) anula o efeito de volume que se verifica quando se modeliza uma rede de cobre. Efetivamente, os custos fixos da rede são distribuídos por um número cada vez menor de linhas de cobre. Simultaneamente, também, o volume de tráfego é transferido progressivamente da rede de cobre para a rede NGA. Há medida que se expandem as NGA vai-se fazendo a migração de serviços para as tecnologias *Giga Bit Passive Network* (GPON) continuando, todavia, a manter-se um volume de tráfego significativo utilizando outras

infraestruturas como por exemplo, as *Hybrid Fiber Coax Networks* (HFC) ou as Redes de Comunicações Móveis.

Na Figura 31 é apresentado um diagrama que ilustra os principais fatores que contribuem para a Eficiência Energética das Redes de Telecomunicações e Tecnologias de Informação e Comunicação.

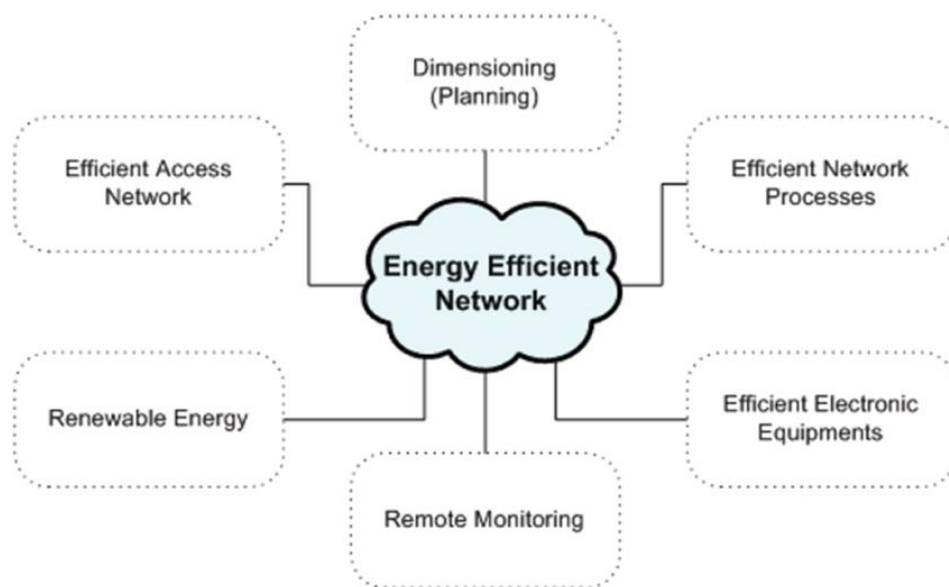


Figura 31. Principais fatores da Eficiência Energética das Redes e Tecnologias de Informação e Comunicação

3.3. REDES FIXAS DE TELECOMUNICAÇÕES

3.3.1. GENERALIDADES

No curto prazo, continuarão a ser as Redes de Telecomunicações em Cabo de Par de Cobre, a desempenhar um papel fundamental no fornecimento dos acessos, aos serviços de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicação, nomeadamente os de banda larga em alta velocidade, suportados em várias tecnologias de transmissão em particular as *Digital Subscriber Lines* (xDSL).

Os utilizadores residenciais e empresariais querem, mais do que nunca, e logo que solicitados, serviços e aplicações de banda larga confiáveis e sem interrupções de

serviço, como *Internet* rápida, *Vídeo-on-Demand* (VoD), *High-Definition Television* (HDTV) e *i-cloud*. Utilizando esta tecnologia, essas exigências, estão limitadas à capacidade de transmissão do par de cobre. Esta limitação é ainda maior quando estamos na presença de redes cujos suportes físicos são constituídos, em grande parte, por cabos em par de cobre cujo diâmetro dos seus condutores é de 0,4 mm e o seu isolamento é em papel. A rede portuguesa²⁰ de par de cobre é constituída, nas zonas urbanas, maioritariamente por cabos com estas características. Na Figura 32 é apresentado um exemplo das limitações de transmissão de uma linha em par de cobre.

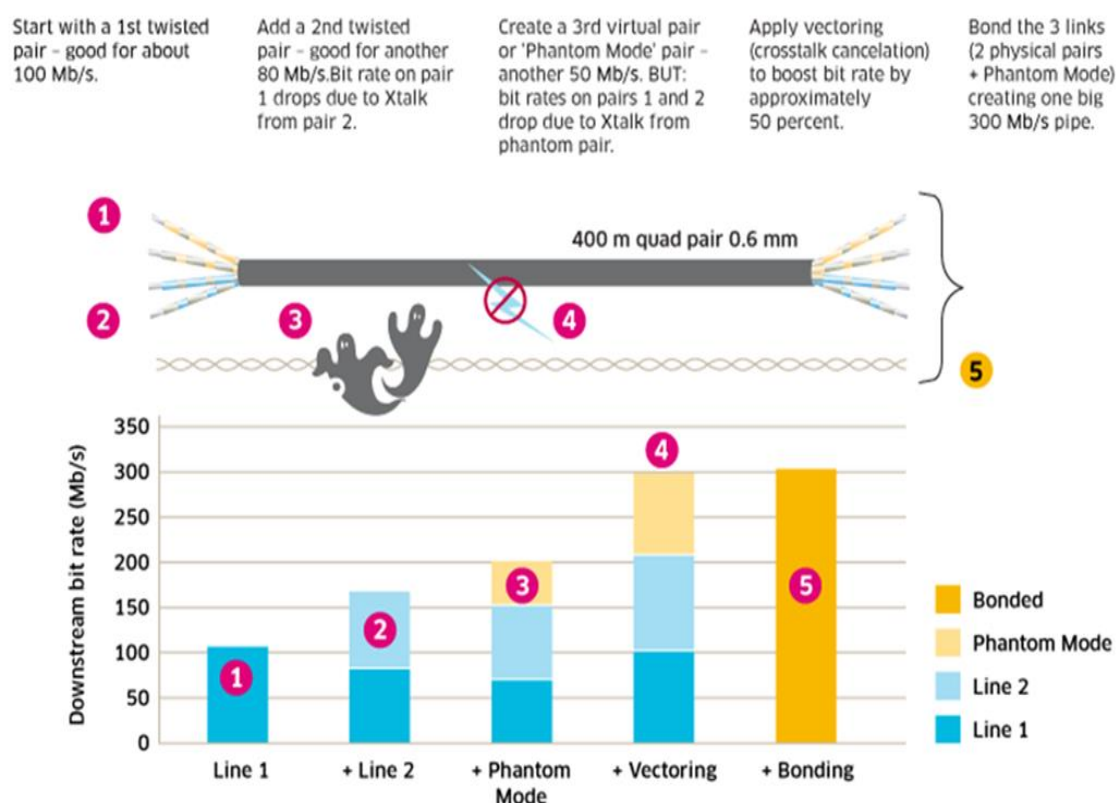


Figura 32. Características de transmissão de cabo de cobre de 400m, utilizando um ou dois pares de condutores de diâmetro 0,6mm, em função das tecnologias usadas (adaptado de <http://www.alcatel-lucent.com/products/phantom-mode> (2015.02.23))

3.3.2. A TRANSIÇÃO ENTRE AS REDES DE ACESSO EM PAR DE COBRE E AS DE FIBRAS ÓTICAS

²⁰ Nota do autor

Até que a infraestrutura da fibra ótica passe a ser a tecnologia predominante, está a ser feita “a ponte” entre as redes existentes de telecomunicações em cabo de par de cobre ou cabo coaxial, e as redes em fibras óticas. Entretanto, os operadores dos serviços de telecomunicações vão explorando todas as potencialidades das suas redes em par de cobre, utilizando as tecnologias xDSL, permitindo aos seus atuais clientes beneficiar, já hoje, de serviços de banda larga – sem terem de esperar pela inevitável *up grade* da rede.

A migração de clientes para uma infraestrutura de rede totalmente em fibra requer investimentos elevados – particularmente quando são necessárias obras de construção civil na infraestrutura –, e um tempo considerável para concretizar a sua instalação. O tempo de resposta das autoridades às solicitações de utilização do subsolo, tem sido um constrangimento a considerar, que só ultimamente começa a diminuir devido à intervenção das autoridades reguladoras.

Para que sejam ultrapassados, este e outros constrangimentos, da utilização das infraestruturas existentes, tendo em consideração os pareceres do Organismo dos Reguladores Europeus das Comunicações Eletrónicas (ORECE), do Comité das Comunicações (COCOM), e os objetivos da Agenda Digital da Europa, em implementar Redes de Acesso de Nova Geração (redes NGA), em 11 de setembro 2013 a União Europeia (EU) [26] publicou uma recomendação sobre a coerência das obrigações de não discriminação e dos métodos de cálculo dos custos para promover a concorrência e melhorar o contexto do investimento em banda larga.

A referida Agenda visa apoiar os grandes investimentos que serão necessários nos próximos anos. Enquanto a recomendação visa promover o investimento eficiente e a inovação em infraestruturas novas e na melhoria das existentes, reconhecendo, ao mesmo tempo, a necessidade de manter uma concorrência efetiva, – que é um importante incentivo ao investimento a longo prazo – e criar previsibilidade regulamentar essencial para promover o investimento eficiente e a inovação em infraestruturas novas e na melhoria das existentes.

A aplicação de uma abordagem regulamentar coerente e estável ao longo do tempo é crucial para dar aos investidores a confiança necessária para conceberem planos de negócios sustentáveis.

Uma rede *Fiber To The Home* (FTTH), uma rede *Fiber To The Curb* (FTTC) (fibra até ao ponto de concentração) ou uma combinação de ambas pode ser considerada uma rede NGA moderna e eficiente. Segundo esta abordagem, o custo calculado para a rede NGA deve ser ajustado a fim de refletir as diferentes características de uma rede de cobre. Para tal, é necessário estimar a diferença de custo entre um produto de acesso baseado numa Rede de Acesso de Nova Geração (NGA) e um produto de acesso baseado totalmente numa Rede de Par de Cobre. Para determinar o preço grossista do acesso por Rede de Par de Cobre deve proceder-se aos ajustamentos necessários, em termos de engenharia de rede, no modelo NGA.

O objetivo desta recomendação é melhorar as condições regulamentares necessárias para promover uma concorrência efetiva, reforçar o mercado único das redes e serviços de comunicações eletrónicas e promover os investimentos em Redes de Acesso da Nova Geração (NGA). Contribuir, de forma tecnologicamente neutra, para os objetivos gerais da estratégia Europa 2020, impulsionando o crescimento e a criação de emprego, estimular a inovação e, com isso, o surgimento de serviços digitais mais eficientes para os utilizadores finais e, aprofundar a inclusão digital.

Neles se incluem, designadamente:

- i. O acesso à infraestrutura de engenharia civil: Conduatas e Caixas de Visita Permanente (CVP);
- ii. O acesso desagregado aos lacetes das redes locais de cobre e de fibra;
- iii. O acesso desagregado ao sublacete de cobre;
- iv. O acesso à rede não física ou virtual;

- v. O fornecimento grossista de acesso em banda larga ²¹ pelas redes em par de cobre e de fibra ótica (incluindo, entre outras, as tecnologias *x Digital Subscriber Line*, ADSL, ADSL2+, VDSL e Ethernet.

Num cenário de concorrência entre as redes *Fiber To The x* (FTTx) as redes de cobre, os operadores reagem modernizando essas redes de cobre, substituindo-as progressivamente por redes NGA e, desta forma responder a essa ameaça concorrencial. As redes NGA, mais eficientes, serão total ou parcialmente composta por elementos óticos, e permitem cumprir os objetivos definidos pela Agenda Digital para a Europa no que respeita à largura de banda, à cobertura e à adesão.

Os ativos de engenharia civil (por exemplo, condutas, valas e postes) são ativos pouco suscetíveis de serem replicados, ao contrário de ativos como o equipamento técnico e o suporte de transmissão (por exemplo, a fibra ótica). Não é de prever que a evolução tecnológica e o nível de concorrência e de procura retalhista permitam que operadores alternativos instalem uma infraestrutura de engenharia civil paralela, pelo menos nos casos em que as infraestruturas de engenharia civil históricas possam ser reutilizadas para implantar uma rede NGA.

Em Portugal²², por razões de uma concorrência difícil de justificar economicamente, há cidades ou partes delas, onde coexistem cinco redes fixas em paralelo. A Rede Fixa em Par de Cobre, duas Redes de Híbrida Cabo Coaxial (HFC), e três Redes *Fiber To The Home* (FTTH).

Na Figura 33 é apresentada um diagrama que ilustra o dilema da arquitetura/tecnologia das novas redes.

²¹ serviços de fluxo contínuo de dados

²² Nota do Autor

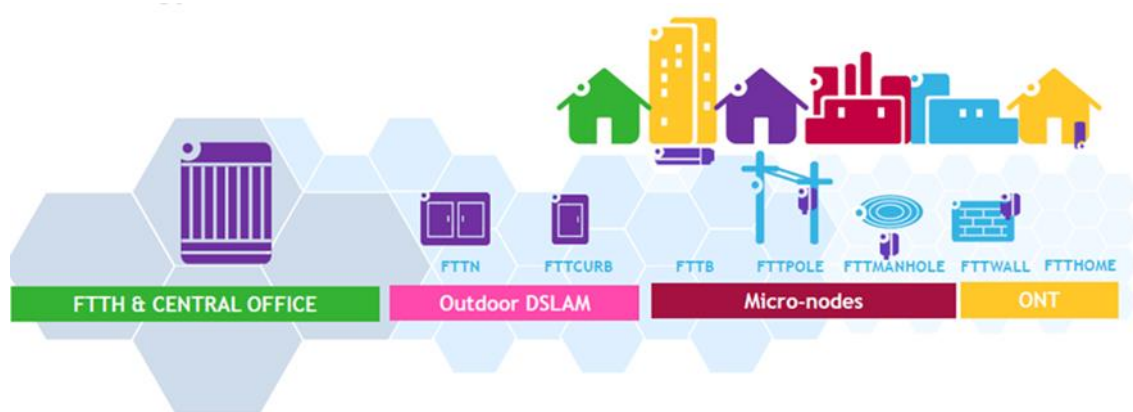


Figura 33. A evolução da rede de acesso - dilema arquitetura/tecnologia [Fonte Bells Labs]

Para que seja possível continuar a utilizar as redes de cobre como suporte de transmissão de serviços em banda larga, vários estudos têm sido realizados na última década, que têm conseguido prolongar a vida da rede, adaptando-a às novas necessidades do mercado. Destacamos as realizadas, pelos Laboratórios Bell [27]

São técnicas cujo detalhe sai do âmbito desta tese mas que assentam, essencialmente, em otimizar os pares de cobre dos cabos da rede existente e cada vez mais subutilizados. Contudo, mantém-se o constrangimento da limitação da distância entre os pontos extremos devido ao ruído entre pares dos cabos, associados aos fenómenos de *cross talk*.²³

Essas limitações são ilustradas na Figura 34.

²³ Genericamente fenómenos associados a diafonias, telediafonias e paradiafonias

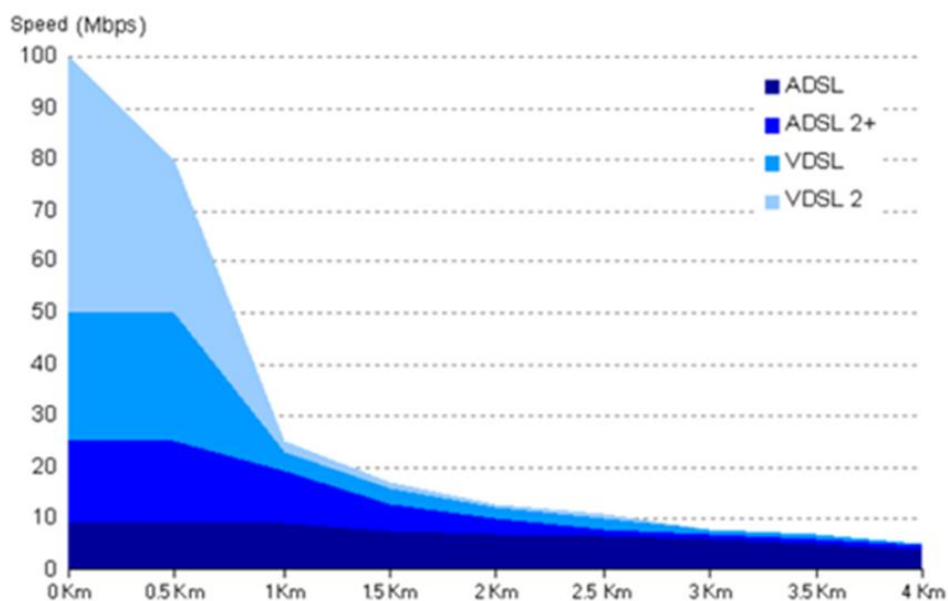


Figura 34. Desempenho teórico das várias tecnologias xDSL em função do comprimento do lacete [fonte: IDATE]

Os fatores que mais influenciam a velocidade de banda larga nos cabos de par de cobre são:

- i. Distância - quanto maior o comprimento do lacete do par de cobre (distância entre a placa *Digital Subscriber Line Access Multiplexer* (DSLAM) e a tomada terminal da casa do utilizador), mais lenta é a velocidade de transmissão dos sinais de banda larga, devido á maior atenuação do lacete;
- ii. Frequência - quanto maior for a gama de frequências dos sinais a transmitir menor é a velocidade de transmissão. O limite que determina a velocidade máxima possível para um determinado espectro médio de frequência é designado por limite de *Shannon*.

Na prática outros fatores importantes podem influenciar a velocidade real de transmissão, nomeadamente, o diâmetro dos condutores (nos cabos de telecomunicações é utilizado a grandeza diâmetro e não a secção) o tipo de material utilizado no isolamento dos condutores, espaçamento entre condutores, passo de torcedura e o estado do isolamento dos condutores. Todos estes fatores influenciam os fenómenos diafónicos entre pares do mesmo cabo, genericamente designados por fenómenos de *crosstalk* que podem ser eliminados usando a vetorização.

De seguida é feita uma breve exposição das tecnologias de banda larga, que utilizam como suporte físico o cabo de par de cobre, genericamente designada por *Digital Subscriber Lines* (xDSL), temos:

- i. *Asymmetric Digital Subscriber Line* (ADSL), tecnologia que utiliza o cabo de par de cobre e que transmite separadamente os canais de dados e voz utilizando larguras de banda diferentes;
- ii. *Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line* (VDSL ou VHDSL) são tecnologias de comunicação de dados que permitem a transmissão de dados mais rápida do que o ADSL através de um único par de cobre (até 52 Mbit/s *downstream* e até 16 Mbit/s *upstream*), e no cabo coaxial (até 85 Mbit/s em *downstream e upstream*) usando a faixa de frequência de 25 kHz a 12 MHz. Estas taxas de transmissão e estas larguras de banda permitem ao VDSL suportar aplicações, tais como a televisão de alta definição, bem como serviços telefónicos (voz sobre IP) e acesso à Internet em geral, através de uma única ligação;
- iii. O ADSL2⁺ é uma tecnologia baseada no ADSL básico que duplica o número de canais a jusante. As taxas de dados podem atingir os 24 Mbit/s para *upstream* e os 1,4 Mbit/s *downstream*, dependendo da distância entre o *Digital Subscriber Line Access Multiplexer* (DSLAM) e as instalações do cliente. É possível duplicar as taxas de transmissão de dados a jusante relativamente ao padrão ADSL2 mas a sua taxa de transmissão será degradada a partir de determinados comprimentos de lacete.
- iv. *Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line 2* (VDSL2) é uma tecnologia que tal como as anteriores explora a infraestrutura existente de cabos em par de cobre como forma de proporcionar ao acesso elevadas taxas de transmissão e elevadas largura de banda. Utiliza os cabos de fibra ótica como a ligação principal até a um *HUB* instalado próximo da localização dos clientes. A infraestrutura em cabo de par de cobre existente é, então, usada para transmitir altas taxas de débito no percurso curto que medeia entre o *HUB* e o cliente.
- v. *G.fast* é uma técnica que ficará disponível comercialmente este ano (2015), é caracterizado por utilizar um espectro mais amplo (até 106 MHz na fase 1 e 212

MHz na fase 2) com taxas de transmissão agregadas de 500 Mbps a 1 Gbps para lacetes com comprimentos até 100 metros. Representam um salto significativo relativamente ao VDSL2. A Norma *G.fast* foi aprovada pela International Telecommunication Union (IUT) em dezembro de 2013. Tem o constrangimento da limitação dos comprimentos dos lacetes devido ao fenómeno *crosstalk* que, como é sabido, aumenta significativamente com o comprimento dos lacetes e as altas frequências utilizadas pelo *G.fast* criando, por este motivo, uma forte desvantagem relativamente à tecnologia VDSL2. No entanto, a sua utilização ultrapassa o grande constrangimento com que se debatem os instaladores das redes verticais das NGA que é a insuficiência de espaço nas tubagens dos edifícios existentes. Com a capacidade de fornecer velocidades semelhantes às que a fibra permite mas sem os constrangimentos de instalação já referidos, o tempo de instalação e as perturbações associadas à necessidade de obras de readaptação da infraestrutura vertical, o *G.fast* terá um papel importante a desempenhar nas estratégias de fornecimentos de serviços em banda larga. Cada unidade serve normalmente entre 1 e 16 clientes finais, e está ligado às instalações do cliente. Prevê-se que uma evolução muito rápida para a tecnologia *G.fast*.

- vi. *XG-FAST* é um novo protótipo em fase de testes da *Bell Labs*. É uma extensão da tecnologia *G.fast*, um novo padrão de banda larga que está a ser ultimado pela IUT. O *XG-FAST* utiliza variações no aumento da frequência de até 500 MHz para alcançar velocidades mais altas, mas em distâncias mais curtas. A *Bell Labs* alcançou 1 Gbps simétricos para lacetes num único par de cobre com comprimentos um pouco acima de 70 metros, e 10 Gbps para comprimentos ligeiramente superiores a 30 metros mas utilizando dois pares cobre.

Efetivamente poderá afirmar-se que as tecnologias xDSL atrás expostas, ao utilizarem e otimizarem as infraestruturas existentes, visam melhorar a eficiência das redes e, prolongar deste modo, a sua vida útil. Mas não só.

Enquanto a substituição da rede horizontal de cobre por rede em fibras óticas é uma tarefa mais ou menos facilitada, dependendo apenas da decisão de investimento e a obtenção de autorização para obras, a substituição da rede vertical é por vezes uma missão quase impossível. Em Portugal, a preocupação em dotar os edifícios com

canalizações específicas para Redes Verticais de Telecomunicações (vulgarmente designadas por Colunas Montantes) já é uma realidade há muitos anos. De facto, no final da década de 70 do século passado, as empresas licenciadas pelo estado português para operarem a Rede Fixa de Telecomunicações em Portugal – empresa Telefones de Lisboa e Porto (TLP) que operava nas regiões da Grande Lisboa e do Grande Porto e a empresa Correios e Telecomunicações de Portugal (CTT) que operava no resto do território continental e nas regiões autónomas - já se preocupavam em aconselhar os técnicos responsáveis pelo projeto de instalações elétricas em edifícios, a incluir nos seus projetos o dimensionamento de tubagens para as redes telefónicas. Só no ano de 1987, no dia 4 de abril é que foi publicado o decreto regulamentar 25/87 que decretou o Regulamento de Instalações Telefónicas de Assinante (RITA) e é à empresa operadora que resultou da fusão das empresas atrás referidas (CTT/TLP) que é atribuída a responsabilidade pela apreciação e aprovação do Projeto de Instalações Telefónicas (PIT). Com a liberalização que ocorreu em finais de século passado no setor das telecomunicação e com a criação de uma Autoridade para o setor das Comunicações – Autoridade Nacional das Comunicações (ANACOM), que resultou do Instituto das Comunicações de Portugal (ICP criado em 1981 mas só no ano de 1989 iniciou as suas funções com autonomia) – a legislação foi toda revista e atualizada. Em 9 de setembro de 2013 entrou em vigor uma nova atualização de legislação referente à instalação de Infraestruturas de Telecomunicações em Edifícios (ITED), incluindo a respetiva ligação às redes públicas e as prescrições e especificações técnicas das Infraestruturas de Telecomunicações em Loteamentos, Urbanizações e conjuntos de edifícios (ITUR).

Outra das vantagens destas novas tecnologias são as poupanças energéticas que se obtêm. Nos modos de baixo consumo, quando a linha está inativa, em Modo *Standby* ou a operar sob condições térmicas difíceis, são utilizadas técnicas que permitem a redução de consumo de energia elétrica. Uma outra vantagem, é a de estarem dotadas de mecanismos que podem escalar o consumo de energia em função das taxas reais de transmissão de dados.

Na Tabela 5 são apresentados os valores comparativos de frequências, velocidade máxima agregada e comprimento máximo do lacete em par de cobre para as várias tecnologias xDSL.

Tabela 5. Valores comparativos das várias tecnologias xDSL [Adaptado de Bell Labs. <http://alcatel-lucent.com/press/2014>]

Comparação de tecnologias xDSL			
Tecnologia	Frequência (Hz)	Velocidade Máxima Agregada	Comprimento Máximo de lacete (m)
VDSL2	17MHz	150 Mbps	400
G.fast phase 1	106Mhz	700 Mbps	100
G.fast phase 2	212Mhz	1,250 Gbps	70
Bell Labs XG-FAST (condições laboratoriais)	350Mhz	2 Gbps (1 Gbps simétricos)	70
Bell Labs XG-FAST circuitos dedicados (condições laboratoriais)	550Mhz	10 Gbps (2 pares de cobre)	30

3.3.3. AS MODERNAS REDES DE TELECOMUNICAÇÕES

As redes de telecomunicações modernas são constituídas por várias camadas diferentes. Cada uma dessas camadas tem diferentes horizontes temporais de vida e períodos de retorno (*pay back*). A infraestrutura passiva da rede, de que fazem parte as condutas, caixas de visita permanente, cabos, dispositivos passivos de ligação, *splitagem* e terminação, representam valores em torno de 70-80% do investimento global. E destes, cerca de 80%, são necessários para as taxas de licenciamento, taxas de construção e as obras de engenharia civil necessárias para a construção de novas condutas. A situação torna-se ainda mais complexa quando coexistem diversas tecnologias, nomeadamente, as híbridas que utilizam cabos de fibra ótica e cabos coaxiais e denominadas por *Hybrid Fiber Coax Networks* (HFC) muito utilizados nas redes de cabo, denominadas por Cable Television System (CATV).

A Figura 35 ilustra as várias camadas de uma rede de telecomunicações em zona urbana.

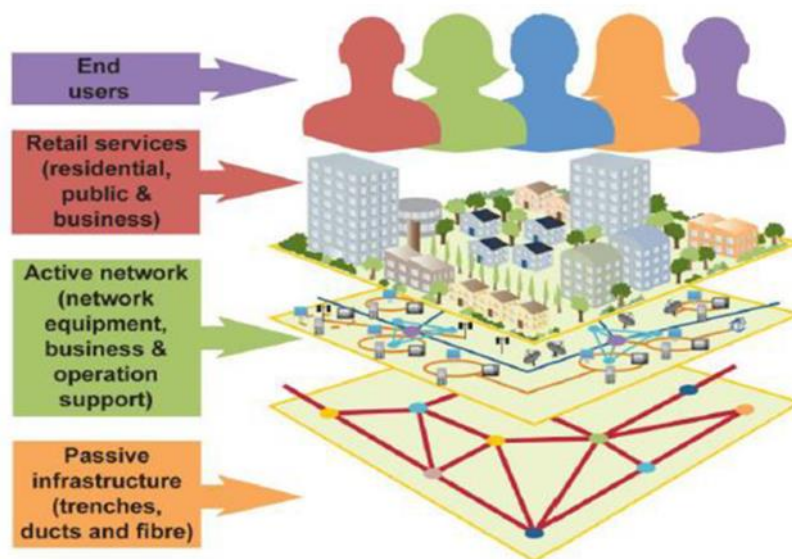


Figura 35. Camadas de uma rede [Fonte Alcatel-Lucent]

Os custos associados à implementação, ou extensão das redes de telecomunicações podem variar significativamente tendo em consideração vários fatores, nomeadamente:

- i. Idade dos vários elementos da infraestrutura existente;
- ii. Estado de operacionalidade da infraestrutura existente, particularmente da infraestrutura de engenharia civil (Condutas e Câmaras de Visita Permanente (CVP));
- iii. A densidade populacional da zona onde a rede está implementada:
- iv. Zona urbana;
- v. Zona suburbana; ou,
- vi. Zona rural.
- vii. As características urbanísticas da zona:
- viii. Zona residencial;
- ix. Zona industrial;

- x. Os níveis de *Average Revenue Per Unit* ²⁴(ARPU) pretendido pelo operador da rede;
- xi. Níveis de serviço assumidos;
- xii. Requisitos de procura do utilizador final; e,
- xiii. Requisitos de débitos.

As soluções tecnológicas a adotar para cada caso deverão ter em consideração aquelas especificidades e deverão ser o resultado da melhor relação custo benefício, utilizando as melhores tecnologias em função do objetivo a que a rede se destina. Uma solução convergente permitirá aos operadores de rede obter um *mix* de tecnologias e adaptá-lo, desde o início da sua implementação, às futuras necessidades de evolução. Ao optar-se por soluções convergentes é possível fornecer níveis de débitos e de largura de banda, que possam suportar qualquer tecnologia de acesso.

Ter a melhor solução convergente não é garantia de excelência operacional. Para que haja uma oferta de serviços de banda larga com um *Service Level Agreement* (SLA) dentro de limites contratualmente aceitáveis, os operadores de rede necessitam de soluções que lhes permitam expandir, analisar, diagnosticar e resolver problemas operacionais de forma rápida e a baixo custo, proteger as redes garantindo receitas e reduzindo os custos de operação (OPEX).

Uma boa solução convergente poderá ajudar um operador de redes a fornecer serviços de banda larga, tanto em áreas urbanas como rurais usando diferentes combinações de tecnologias para os dois mercados. Esta flexibilidade poderá ser a solução para manter a maior parte da receita, onde a procura e a concorrência é forte, enquanto continua a fornecer bons serviços a todos os consumidores. A escolha da tecnologia mais eficiente em termos de custos depende, muitas vezes, dos objetivos de taxas de penetração que operador da rede pretende alcançar, ou o preço final a que se pretende fornecer os

²⁴ Indicador geralmente utilizado pelos operadores de telecomunicação para avaliar a rentabilidade dos seus clientes

serviços, nunca desconsiderando, em situações de mercados abertos, o que os seus concorrentes mais diretos estão a fazer.

Em Portugal os maiores operadores optaram por estratégias divergentes.

O maior operador, por ser o operador incumbente e por esse facto ser o detentor da Rede Básica de Telecomunicações, optou por instalar Redes de Fibra Ótica com tecnologia *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) nas zonas de maior densidade populacional. Nas zonas rurais optou por instalar a Rede em Fibra Ótica até pontos mais próximos do cliente final, com a tecnologia *Fiber To The Curb* (FTTC), e instalar nesses pontos sistemas *Digital Subscriber Line Access Multiplexer* (DSLAM) em armários *outdoor* e, a partir destes armários, utilizar a rede de par de cobre existente.

O Operador de Serviços de TV Cabo que há mais tempo opera no mercado, vai mantendo em funcionamento a sua Rede Híbrida Fibra Coaxial (HFC). Nas novas ampliações de redes, tem optado pela instalação de cabos auto suportados dielétricos de fibra ótica (ADSS) nos postes da Rede Elétrica de Distribuição. Solução económica, de fácil instalação - particularmente nas componentes de projeto e licenciamento - e, “independente” do operador incumbente.

Na Figura 36 é apresentado um gráfico que representa a divergência de opções tomadas pelos diversos países europeus pertencentes ao Conselho FTTH, até final de 2013.

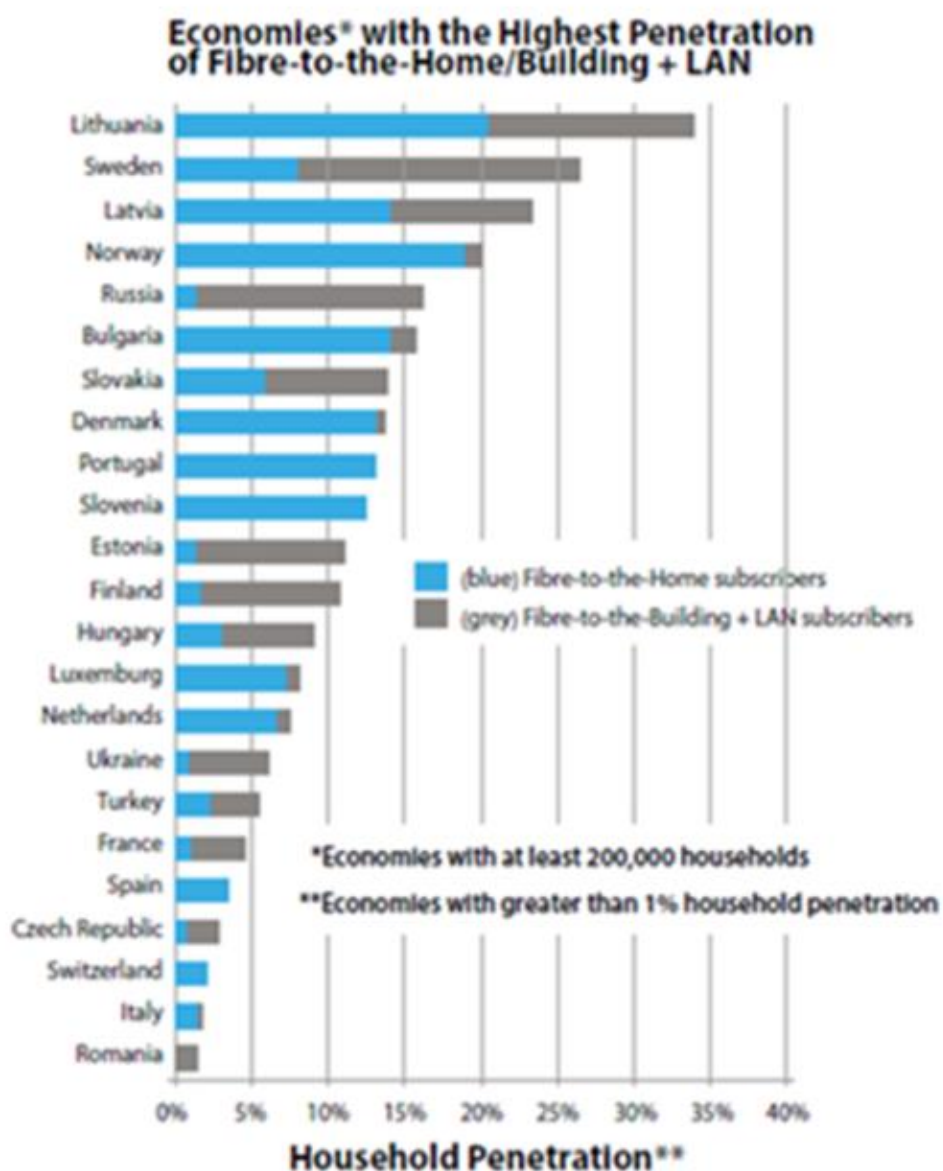


Figura 36. Opções de solução tomadas pelos diversos países europeus pertencentes ao Conselho FTTH [Fonte: IDATE and FTTHCouncil-AR2013_2014_ Final.pdf, fev, 2014]

A evolução do total de alojamentos cablados em Portugal, pelas várias tecnologias de Banda Larga, entre o final do ano 2000 e o final de 2014, é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Evolução do total de alojamentos cablados com tecnologias de Banda Larga, em Portugal. Adaptado de ANACOM, relatório 1T 2015 [Fonte: www.anacom.pt, consultado em 205.06.10)

Evolução dos Alojamentos Cablados em Banda Larga Portugal Continental e Regiões Autónomas	4T00	4T05	4T10	4T14
Total	2.601	3.773	4.056	4.162
Norte	641	1.013	1.082	1.124
Centro	399	528	596	605
Lisboa	1.237	1.757	1.829	1.883
Alentejo	71	128	159	164
Algarve	129	204	222	238
RAA	51	56	76	78
RAM	74	87	91	70

O total de subscritores de Serviço de Televisão (TV) em Portugal, no final do 1º trimestre deste ano (2015), utilizando as várias tecnologias, distribuído pelas Redes de Telecomunicações, é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7. Evolução dos subscritores de TV por tipo de tecnologia, em Portugal [Fonte: ANACOM 2015, Serviço de Televisão por Subscrição - 1.º trimestre de 2015]

Subscritores TV por tecnologia	1.º Trimestre 2014	4.º Trimestre 2014	1.º Trimestre 2015	Variação Trimestral	Variação Homóloga
	em milhares	em milhares	em milhares	%	%
Cabo	1396	1367	1360	-0,5	-2,5
xDSL	705	756	759	0,5	7,8
FTTH/FTTB	511	627	671	7	31,2
DTH	598	601	604	0,5	0,9
Total	3210	3350	3394	1,3	5,8

Na Figura 37 é apresentado a evolução registada em Portugal até ao final do primeiro trimestre deste ano (1T2015) dos subscritores de serviços de televisão distribuídos pelas várias tecnologias.

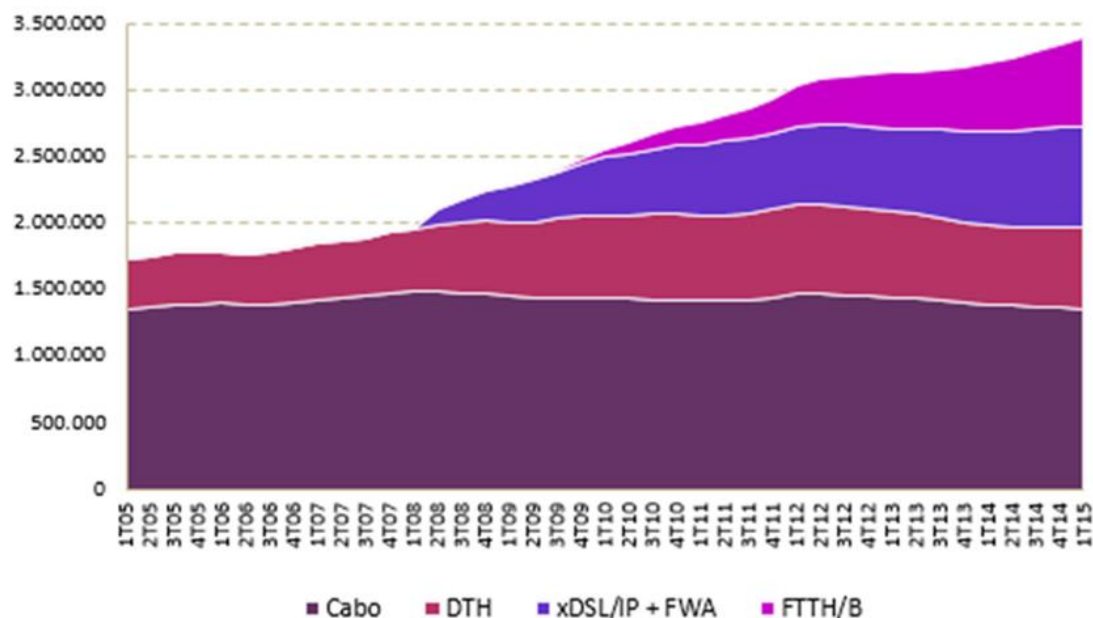


Figura 37. Evolução dos subscritores de serviços de televisão distribuídos pelas várias tecnologias [Fonte: ANACOM, relatório do 1T 2015]

3.3.4. AS REDES EM FIBRAS ÓTICAS

As redes de transmissão e de acesso contribuem de forma muito significativa para o total de energia consumida em toda a infraestrutura das telecomunicações em geral, sendo uma prioridade concentrar esforços para encontrar novas formas de melhorar a sua eficiência energética.

Resultante da crise económica que o mundo atravessa atualmente, particularmente a europa, verifica-se um abrandamento no crescimento na instalação das redes em fibra ótica relativamente ao espectável. No entanto a implementação de redes baseadas nesta tecnologia continua a ser uma aposta forte, dos países desenvolvidos, para a competitividade e o crescimento futuro baseado na economia digital.

A implementação deste tipo de redes será, também, uma excelente oportunidade para os países em vias de desenvolvimento aderirem à revolução digital e deixarem de continuar

a permanecer à margem da globalização da economia e aproveitarem esta oportunidade para acompanharem as sociedades e economias mais desenvolvidas nesta nova era do conhecimento e do bem-estar global.

Estas novas redes assentam em infraestruturas e tecnologias simples, mais amigas do ambiente, de melhor eficiência energética, e proporcionam uma mudança na forma como comunicamos, trabalhamos, fazemos negócios e aproveitamos os nossos momentos de lazer.

Podemos classificar as redes em fibras óticas, de acordo as várias tecnologias e funções, conforme se segue:

- i. *Fiber To The x* (FTTx), é uma rede em cabos de Fibra Ótica, que tem origem numa Central Ótica (*Central Office*) e que termina num extremo x, em que x designa o tipo de instalação;
- ii. *Fiber To The Curb* (FTTC), é uma rede em cabos de Fibra Ótica que tem origem na CO e termina em armário exterior;
- iii. *Fiber To The Building* (FTTB), é uma rede em cabos de Fibra Ótica que tem origem na CO e termina num edifício;
- iv. *Fiber To The Node* (FTTN) é uma rede em cabos de Fibra Ótica que tem origem numa CO ou num Nó Ótico e termina num nó de telecomunicações;
- v. *Fiber-to-the-Point* (FTTP), é uma ligação em cabos de Fibra Ótica que tem origem numa CO ou Nó Ótico e termina num outro ponto extremo, normalmente designado por circuito dedicado;
- vi. *Fiber To The Home* (FTTH), é uma ligação em cabos de Fibra Ótica que tem origem numa CO e termina numa Unidade de Alojamento;
- vii. *Point to Point* (PtP), arquitetura de ligações dedicadas ente pontos;
- viii. *Gigabit Passive Optical Network* (GPON), arquitetura de rede só com elementos passivos (*Splitters*) que suporta tráfegos até 1 Gigabit;

- ix. *Gigabit Passive Optical Network* (xG-PON); arquitetura de rede só com elementos passivos (*Splitters*) que suporta tráfegos até 10 Gigabit;

Recentemente, foi anunciado uma nova tecnologia que irá reduzir drasticamente o consumo de energia nas redes em FTTH, bem como noutras aplicações.

A descoberta da tecnologia *Bit-Interleaved Passive Optical Network* (Bi-PON), permitirá uma redução dos consumos energéticos em aproximadamente 30 vezes relativamente às tecnologias atuais, melhorando o desempenho e reduzindo o custo permitindo melhorar drasticamente (por um fator de 1.000) a eficiência energética das Redes de Telecomunicações e das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Algumas empresas associadas do *GreenTouch IMEC* - uma organização de pesquisa líder mundial em nano eletrónica e nano tecnologia -, a *Inventors for Digital World* (INRIA) - um organismo público de investigação francês dedicado às ciências computacionais -, e o *Orange Labs*, demonstraram recentemente a possibilidade do tráfego de vídeo fluir através de duas redes distintas - uma rede de fibra ótica padrão e um *Bi-PON*. O consumo de energia *Bi-PON* diminui consideravelmente quando comparado com a energia consumida no *xGPON* tradicional e no *xGPON* a operar em modo de suspensão.

O Bi-PON representa o próximo grande salto das tecnologias baseadas em Redes Óticas Passivas (PON) uma vez que é construído em torno de um novo protocolo que simplifica significativamente o circuito eletrónico, utilizando uma técnica de processamento de dados seletivo que reduz drasticamente esse consumo de energia.

3.4. EQUIPAMENTOS TERMINAIS

3.4.1. AS RECENTES INOVAÇÕES

Em 18 de novembro de 2014 o consórcio *GreenTouch* anunciou em Melbourne na Austrália, duas novas inovações tecnológicas em dois dos mais importantes equipamentos terminais de rede: os transdutores óticos e as *gateways*. Essas inovações permitirão reduzir o consumo geral de energia nas redes fixas de telecomunicações em cerca de 46%, equivalente a uma redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE)

correspondente às emissões anuais de 1,2 milhões de veículos de passageiros. As duas novas tecnologias desenvolvidas por pesquisadores da *GreenTouch* são a *Virtual Home Gateway*, que consegue fornecer aos equipamentos domésticos - e dentro de um ambiente doméstico -, todas as funcionalidades da *cloud*, e o novo *Optical Transceiver Point-to-Point*, uma reformulação completa de *hardware* com algoritmos capazes de fazer uma gestão adaptativa de energia consumida.

i. *Optical Transceiver Point-to-Point* (OTP₂P)

O projeto do novo *Point-to-Point Optical Transceiver* para uma rede de acesso – mais eficiente energeticamente - , foi liderado por uma equipa de pesquisadores do *Centre for Energy-Efficient Telecommunications* (CEET) da Universidade de Melbourne e da *Bell Labs/Alcatel-Lucent*, e consistiu em redesenhar a arquitetura do *hardware* dos atuais transdutores óticos ponto-a-ponto.

O equipamento incorpora o resultado de um novo *design* de *hardware* e uma construção personalizada (*custom-built*), otimizado de acordo com as normas *American Standard Code for Information* (ASCI) – proporcionará um aumento em cerca de 30 vezes na eficiência energética em comparação com os atuais transdutores óticos. O novo transdutor pode ser acoplado a esquemas de alimentação adaptativos para ganhos adicionais de eficiência energética. Com esta nova solução espera-se reduzir, drasticamente, os custos de energia dos Operadores de Telecomunicações e beneficiar os clientes finais, nomeadamente as empresas e particulares que queiram, além de serviços com altos débitos de transmissão e segurança, também, energeticamente eficientes.

Está a estudar-se a sua utilização em dois tipos de aplicações:

- a. Em redes de banda larga de alta velocidade tipo ponto-a-ponto capazes de fornecer circuitos dedicados e seguros a clientes profissionais, com níveis baixos de consumo de energia;
- b. Em redes domésticas, ponto-a-ponto, para ligar/desligar eletrodomésticos e aparelhos Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC), e otimizar toda a gestão energética da Unidade de Alojamento.

O facto de conseguirmos reunir num único dispositivo estas duas importantes funções, é notável. Estimam os responsáveis pelo projeto que quando aplicado em redes de acesso, o novo transdutor ótico reduzirá o consumo geral de energia elétrica de toda a rede de acesso em cerca de 27 por cento; equivalente a uma poupança anual de energia elétrica em cerca de 4 Tera Watt/hora (TW/h), o equivalente, em termos de emissões anuais de gases de efeito estufa, a retirar das ruas cerca de 600.000 automóveis alimentados a combustíveis fósseis

ii. *Virtual Home Gateway*

A maioria das casas ligadas às redes de telecomunicações, fazem-no através de *Set-Top-Boxes* (STB). Como já referido ao longo desta tese, para cumprirem todas as funcionalidades, estes equipamentos estão sempre ligados às redes – telecomunicações e elétrica - (24horas/7dias/semana), consumindo grandes quantidades de energia elétrica. Ao virtualizar estes dispositivos estamos a economizar energia e tornar os serviços mais fáceis de controlar pelos operadores de rede. Há também benefícios para os consumidores, que poderão solicitar mais facilmente novos serviços ou fazer ajustes nas suas ofertas atuais e experimentar uma maior confiabilidade do serviço.

3.4.2. CRITÉRIOS DE EFICIÊNCIA DOS NOVOS EQUIPAMENTOS

O programa *Energy Efficient End-use Equipment da International Energy Agency* (4E IEA) considera vários estados de funcionamento/operação para os equipamentos terminais de telecomunicações, a saber:

- i. Estado *Off*, estado em que o equipamento terminal, consumidor de energia, pode ser ligado a uma fonte de alimentação de energia elétrica, mas está inativo, não significando que o equipamento não esteja a consumir energia. Atualmente, todos os dispositivos estão projetados para que a todo o momento possam ser solicitados a fazer determinadas funções o que implicará o respetivo consumo de energia.
- ii. Estado *On*, significa que o equipamento terminal, consumidor de energia, está ligado a uma fonte de energia elétrica e está ativo, de modo a poder proporcionar uma ou mais funções primárias. O aumento da quantidade de energia consumida

pelo equipamento é proporcional à função que o equipamento está a desempenhar em cada momento.

iii. Estado *Standby*, significa que o equipamento está à espera que a todo o momento seja solicitado para fazer alguma função. Para os aparelhos ligados em rede a este estado correspondem uma série de espectro de modos de quase adormecido para quase despertos. A qualquer momento o equipamento é solicitado para entrar em operação. Destacamos os seguintes:

- a. Modo *Low Power*;
- b. *Passive Standby*;
- c. *Active Standby*;
- d. Modo *Network*;
- e. Modo *Low Power* com conectividade de rede.

3.5. EQUIPAMENTOS TERMINAIS TELEFÓNICOS

3.5.1. GENERALIDADES

A eficiência energética nos equipamentos de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicação tem motivado preocupação nos dois maiores e mais desenvolvidos mercados económicos mundiais - a UE e os USA.

Como já referido ao longo desta tese, os USA continuam a materializar essa preocupação, através do programa *Energy Star* [29]. No dia um de outubro de 2014, foi publicado [28] uma revisão do documento *Energy Star Program Requirements for Telephony Partner Commitments* com a atualização dos requisitos a cumprir pelas partes interessadas.

No âmbito dessa publicação são criados novos critérios de elegibilidade e de requisitos técnicos para equipamentos terminais telefónicos dos quais destacamos os que seguidamente abordamos com algum detalhe.

3.5.2. OS DIVERSOS TIPOS DE EQUIPAMENTOS

Os equipamentos terminais telefônicos podem ser caracterizados pelas várias funções a que se destinam bem como das diversas e várias funcionalidades e dos diferentes protocolos de comunicação em que podem operar, nomeadamente:

- i. Telefone – É um equipamento eletrônico disponível no mercado cuja principal finalidade é transmitir e receber som à distância através de uma rede de telecomunicações.
- ii. Telefone Analógico – É um telefone ou um componente de um sistema telefónico que converte o som em sinais elétricos analógicos e os transmite à distância através da Rede Telefónica Fixa Pública Comutada (PSTN).
- iii. Telefone VoIP – É um equipamento telefónico ou um componente de um sistema telefónico que utiliza o Protocolo Internet (*Voice over Internet Protocol*, que converte som em pacotes de dados de Protocolo de Internet e os transmite à distância através de uma ligação *Ethernet*.
- iv. Telefone Híbrido – É um equipamento telefónico ou componente de um sistema telefónico que tem a capacidade de converter som em sinais analógicos e / ou pacotes de dados de Protocolo de Internet e os transmite à distância através de uma ligação *Ethernet*.
- v. Telemóvel (celular) – É um equipamento telefónico que converte som de múltiplos acessos, nomeadamente, *Code - Division Multiple Access* (CDMA), Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM), ou de quarta geração (*Long Term Evolution* (LTE 4G)), em pacotes para transmissão através de um rede de telecomunicações móvel (celular).

Estes equipamentos podem apresentar diferentes configurações, nomeadamente:

- i. Telefone sem fio - É um equipamento com uma estação base e um telefone. A base de um telefone sem fio e a sua fonte de alimentação externa são projetados para serem ligados a uma tomada da rede fixa de telecomunicações e a uma tomada da rede de energia elétrica. Embora a base do telefone sem fio esteja

permanentemente ligada à rede fixa de telecomunicações, não existe ligação física entre o telefone portátil e as redes – de telecomunicações e elétrica.

- ii. Telefone com fio – É um equipamento telefónico com uma ligação física, e permanente, entre o aparelho e a rede fixa de telecomunicações.
- iii. Telefone Conferência – É um equipamento, sem o aparelho telefone, que utiliza um conjunto microfone/altifalante em todas as comunicações; é principalmente destinado a chamadas em conferência (*conference call*).
- iv. Telefone Portátil (*Handset*) adicional - É um equipamento constituído pelo microtelefone, base e bateria, destinado ao uso em sistemas telefónicos multi aparelho.
- v. Telefone sem fio *Wi-Fi* – É um equipamento constituído por aparelho telefónico, base e bateria que se liga a uma rede utilizando o *standard* IEEE 802,11-2012 (*Wi-Fi*).

3.5.3. MODOS DE OPERAÇÃO

O referido documento define os modos em que podem operar os equipamentos telefónicos, a saber:

- i. Modo Suspensão (*Sleep Mode*)

É o modo de operação em que o equipamento pode persistir, por um tempo indefinido, quando está ligado a uma fonte de alimentação de energia elétrica e a uma linha telefónica ou outra ligação de rede fixa ou sem fio, e é capaz de receber uma chamada telefónica.

- ii. Modo Ligado (*On Mode*)

Compreende os modos ativos e de origem de chamada.

- a. Modo origem de chamada – É o modo em que o equipamento está ligado a uma fonte de alimentação e o telefone está na posição ”fora do descanso” ou em alta voz.

- b. Modo Ativo – É o modo em que o equipamento está ligado a uma fonte de alimentação e uma linha telefónica ou outra ligação de rede fixa ou sem fio, e está a receber e /ou a transmitir som e /ou reproduzir/gravar uma mensagem e o telefone está na posição "fora do descanso" ou em alta voz.

iii. Modo Desligado (*Off Mode*)

É o modo em que o equipamento pode persistir, por um tempo indefinido, quando o telefone está ligado a uma fonte de energia e a uma linha telefónica ou outra ligação de rede fixa ou sem fio, e não é capaz de receber uma chamada.

3.5.4. REQUISITOS DE POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO

Os valores de potência de alimentação permitidos aos equipamentos para serem considerados conforme a *Energy Star*, são os que se seguem:

- i. O valor medido de potência no *Modo On Parcial*, conforme procedimentos de teste referidos em *Energy Star Program Requirements for Telephony – Final Test Method* (Rev. Nov-2013), subtraída do valor de potência no *Modo Off _ incentive* deve se igual ou inferior à Potencia Máxima Média, conforme referido na equação 1.

$$(PP_{On} - P_{Off_Incentive}) \leq PM_{\text{Máx}}$$

Equação1: Cálculo da Potência Permitida no Modo *On Parcial* e Modo *Off _ incentive*

Onde:

O valor da Potencia Máxima Média ($PM_{\text{Máx}}$) é calculado pela equação 2.

$$P_{\text{Máx}} = P_{\text{Base}} + \sum_{i=1}^n PADD_i + PProxy$$

Equação 2: Cálculo da Potencia Máxima Média ($PM_{\text{Máx}}$)

Em que:

P_{Base} é a Potência Base Permitida (W) conforme valores da Tabela 8.

PADDi é a Potência Permitida (W) referida na Tabela 9 em função de cada funcionalidade presente no equipamento, para o total das n permitidas;

PProxy é a potência adicional permitida a equipamentos com funcionalidades *proxy*²⁵.

Tabela 8. Potência de Base Permitida, PBase (W)

Configuração	Sistema de transmissão de som	
	Analogico (W)	VOIP (W)
Microtelefone adicional	0,3	0,3
Sem fio	1,3	2
Com fio	1,1	2
Telefone conferência	1,3	2,5
Wi - Fi	N A	2

Tabela 9. Potência Permitida (PADDi) (W) por funcionalidade presente no equipamento

Caraterística	Potência Permitida PADD (W)	Notas
Gigabit Ethernet (1000Base-T)	1	Aplicável se o telefone tem um ou mais portas Gigabit Ethernet
IEEE 802.3az compatível Gigabit Ethernet	0,2	Para os equipamentos telefônicos com todos os portas Gigabit Ethernet compatíveis com IEEE 802.3az Gigabit pode ser tolerado 0,2 watt adicionais. A tolerância de 0,2 watt aplica-se apenas uma vez, independentemente do número de portas.

- ii. Potência permitida para equipamentos *proxy* externo – Aos telefones VoIP ou híbridos com fio e sem fio com capacidade de *proxy* externo quando operam no modo

²⁵*Proxy*, servidor de um sistema de informação ou de uma aplicação que age como um intermediário para requisições de clientes solicitando recursos de outros servidores

on parcial, têm uma tolerância de acordo com as funcionalidades proxy do equipamento conforme é referido na Tabela 10. Esta tolerância não é aplicável aos sistemas analógi.

Tabela 10. Potência permitida para equipamentos *proxy* externo

Capacidades	PPROXY (W)
Capacidades Básicas	0,3
Vigília Remota	1,3

- iii. Potência em Modo Off-incentive – Para os telefones VoIP ou híbridos, com fio e sem fio, a operar em modo Off, a potencia permitida POff-incentive é calculada utilizando a equação 3. Esta tolerância não é aplicável aos sistemas analógicos.

$$P_{Off-Incentive} = 0,25 \times (P_{P_On} - P_{Off})$$

Equação 3: Cálculo da Potência em Modo *Off-incentive*

Em que:

$P_{Off-Incentive}$ é o valor subtraído ao valor medido no Modo *On* Parcial (W) conforme equação 3.

P_{P_On} é o valor da potência, medido quando o equipamento está no Modo *On* Parcial (W); e,

P_{Off} é o valor da potência medido quando o equipamento está no Modo *Off* (W).

3.5.5. REQUISITOS DE GESTÃO DA ENERGIA

Para que os equipamentos telefónicos - sem fio e com fio, VoIP, híbridos e de conferência -, sejam considerados no Estado *Off* devem ser capazes de três ou mais das seguintes ações:

- i. O equipamento é capaz de inicializar automaticamente a mudança para o Modo *Off*, após ter decorrido um período de tempo pré-determinado e pré-programado,

ou tiver decorrido um determinado tempo após a cessação de funções primárias e secundárias ordenadas pelo utilizador, ou atividade do equipamento ligado.

- ii. Rede parametrizada para inicializar automaticamente a mudança do equipamento para o Modo *Off* por definições programadas ou desligamento do dispositivo para o Modo *Off* por ajustes padrão ou programáveis.
- iii. A ativação manual do Modo *Off* para o Modo Suspensão (*Standby*) por parte do utilizador do equipamento através de um botão claramente identificado para o efeito ou por opção eletrónica do menu do telefone.

A retroiluminação a cor do *display* do equipamento deve desligar-se – condição de origem e padrão -, após a mudança para o Modo Suspensão ou, num período inferior a 20 minutos, após não haver qualquer intervenção do utilizador.

Os métodos de teste devem ser de acordo com os requisitos do documento *Energy Star Test Method for Telephony ver, November 2013*.

3.6. EQUIPAMENTOS DE TELEVISÃO

3.6.1. GENERALIDADES

Na mesma linha de orientação exposta na secção 3.3.1., no dia um de outubro de 2014, foi publicado uma revisão do documento *Energy Star Program Requirements for Television Partner Commitments* com a atualização dos requisitos a cumprir pelas partes interessadas. No âmbito dessa publicação são criados novos critérios de elegibilidade e de requisitos técnicos para equipamentos de televisão, dos quais destacamos.

3.6.2. OS VÁRIOS TIPOS DE EQUIPAMENTO

Os equipamentos disponíveis no mercado, caracterizados como aparelhos de televisão, são aqueles cuja função principal é a de emitir sinais de televisão, que são alimentados através de uma tomada da rede de energia elétrica ou de uma bateria que é alimentada por uma fonte externa de energia, e capazes de desempenhar uma das seguintes funções:

- i. Televisores;
- ii. Unidades de Combinação de Televisão;
- iii. Componentes de Televisão;
- iv. Televisores de Hotelaria (salas públicas de espera);
- v. Equipamentos de vídeo com um porto de entrada de computação (por exemplo, *Video Graphics Array* (VGA)) e que podem ser utilizados como televisores;
- vi. Televisores de Função-Dupla, televisão/monitores de computador que são utilizados como monitores de dupla função; televisores ou computadores.

3.6.3. MODOS DE OPERAÇÃO

São os seguintes, os modos em que podem operar os equipamentos de televisão:

- i. Modo *On*

É o modo em que o equipamento está ligado a uma fonte de energia elétrica ativa, e está a fornecer, uma ou mais, das suas funções principais:

- a. Modo Suspenso

É um estado dentro do Modo *On*, de duração limitada, que se destina a facilitar uma rápida passagem para o Modo *On* por forma a garantir funcionalidades tais como as requeridas para um desligamento seguro (e.g. garantir o funcionamento dos ventiladores de arrefecimento) depois de uma ação do utilizador para o colocar num modo de baixo consumo de energia.

- b. Modo de Espera-Passivo (*Standby-Passive Mode*)

É o modo em que a Televisão²⁶ (TV) está ligada a uma fonte de energia elétrica sem que esteja a emitir som ou imagem, mas disponível para ser

²⁶O termo Televisão (TV) é aplicado ao longo desta tese como referindo-se ao equipamento televisor desempenhando as suas funções básicas e/ou funcionalidade adicionais de reproduzir sinais de som, imagem ou dados.

comutada para outro modo de operação através do controle remoto (telecomando) ou de um sinal interno.

c. Modo de Espera Ativo-Alto (*Standby-Active, High Mode*)

É o modo em que a TV está ligada a uma fonte de energia elétrica sem emitir som ou imagem, mas pode ser comutado para outro estado de operação através do telecomando, ou de um sinal interno ou externo, e trocar/receber dados com/de uma fonte externa.

d. *Download Acquisition Mode* (DAM)

É o modo em que a TV está ligada a uma fonte de energia elétrica, sem produzir som nem imagem mas está ativamente a transferir dados, nomeadamente, sinais do guia de programação, dados de configuração da TV, atualizações das grelhas de canal ou atualizações de *firmware*, monitoração/comunicações de mensagens de emergência ou outras comunicações de rede.

e. Modo de Espera Ativo-Baixo (*Standby-Active, Low Mode*)

É o modo em que a TV está ligada a uma fonte de energia elétrica, mas não está a reproduzir som nem imagem, nem está a trocar/receber dados com/de uma fonte externa, e pode ser comutado para outro estado de operação, através do telecomando, de um sinal interno ou externo.

ii. Modo *Off*

É o modo em que a TV está ligada a uma fonte de energia elétrica, sem reproduzir som nem imagem e não pode ser comutado para outro estado de operação através do telecomando, de um sinal interno nem de um sinal externo.

3.6.4. REQUISITOS DE POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO

i. No Modo *On*

a. Equipamentos com Controlo Automático de Brilho (ABC) ativado por defeito

Para os equipamentos com Controlo Automático do Brilho (ABC)²⁷ ativado, por defeito, (*by default*), e cujo desempenho está de acordo com um dos métodos de ensaio (NOPR test ou Regras do Teste Final) [30], a Potência no Modo On com ABC (P_{On_ABC}), é calculado da seguinte forma.

Os requisitos para o valor máximo de Potência no Modo On, para equipamentos com controlo máximo de brilho ABC ativado por defeito, deve ser menor ou igual ao calculado para P_{On_Max} calculado nas equações 5 e 6.

- Teste NOPR

O valor máximo, nas condições de Teste NOPR, de Potência no Modo On para equipamentos com controlo máximo de brilho ABC ativado, por defeito é obtido pela Equação 5.

$$P_{On_ABC} = (0,55 \times P_{300}) + (0,45 \times P_0)$$

Equação 5- Cálculo do valor máximo Potência no Modo On, nas condições de Teste NOPR, para equipamentos com controlo máximo de brilho ABC ativado por defeito

Onde:

P_{On_ABC} é a potência calculada para equipamentos com o sistema ABC ativado, por defeito, quando está no Modo *On* e nas condições NOPR;

P_{300} é a potência calculada no Modo *On* com sistema ABC ativo, por defeito, quando a medição é feita a 300 lux por seção e nas condições NOPR;

P_0 é a potência calculada no Modo *On* com ABC ativo, por defeito, quando a medição é feita a zero lux por seção mas com sensor inserido e nas condições NOPR.

- Regra do Teste Final

²⁷ Ver, Condições de Validação de Sensores ABC

O cálculo do valor máximo, Regras de Teste Final, de Potência no Modo *On* para equipamentos com Controlo Máximo de Brilho ABC ativado por defeito, é obtido pela Equação 6.

$$P_{On_ABC} = (0,25 \times P_{100}) + (0,25 \times P_{35}) + (0,25 \times P_{12}) + (0,25 \times P_3)$$

Equação 6 - Cálculo do valor máximo, Regras de Teste Final, de Potência no Modo *On* para equipamentos com Controlo Máximo de Brilho ABC ativado, por defeito

Onde:

P_{On_ABC} é a potência calculada no Modo *On* com ABC ativo, por defeito.

P_{100} , P_{35} , P_{12} e P_3 , são os valores das potências medidos com o equipamento com o sistema ABC ativo, testado nas condições de Teste Final, a 100, 35, 12 e 3 lux, respetivamente.

- Equipamentos que não dispõem do sistema ABC

Para os equipamentos que não dispõem do sistema ABC; equipamentos que não dispõem do sistema ABC, por defeito, ativado; equipamentos que dispõem do sistema ABC ativado, por defeito, mas o sensor de ABC não atende aos critérios de validação estabelecidos na inequação 9 (NOPR), o valor máximo medido de Potência no Modo *On* (P_{On}) deve ser menor ou igual ao valor Máximo de Potência no Modo *On* (*Maximum On Mode Power Requirement* (P_{On_Max})) calculado pela equação 7.

$$P_{On_Max} = 100 \times \tanh(0,00085 \times (A - 140 + 0,052)) + 14,1$$

Equação 7 - Cálculo do Valor Máximo de Potência no Modo *On* (*Maximum On Mode Power Requirement* (P_{On_Max}))

Onde:

P_{On_Max} é o valor máximo permitido de Potência consumida no Modo *On* (W);

A é a área do ecrã de imagem medido em polegadas quadradas;

\tanh representa a função tangente hiperbólica.

ii. No Modo Suspenso (*Standby*)

O valor medido da potência em Modo Suspenso (*Standby*) tem de ser menor ou igual ao máximo valor corresponde no Modo *On* (P_{On_Max}) calculado na equação 7.

a. No Modo Standby-Passivo

A Potência medida em Modo Espera-Passivo (*Standby-Passive Mode*) deve der menor ou igual a 1,0W.

Para equipamentos que tenham disponíveis mais do que um Modo Espera-Passivo, o modo que dever ser considerado, como padrão, por defeito, é aquele ao que corresponde o menor consumo de energia.

b. No Modo *Standby*-Ativo Baixo

Para os equipamentos que tenham disponibilidade para ligações em rede no Modo *Standby*-Ativo Baixo (*Standby-Active, Low Mode*), é neste modo de operação que o equipamento deverá estar a operar quando estão a ser feitas as medições.

- Requisitos de Luminância

- a. Teste NOPR – O valor de pico da iluminância da imagem, medido em ambiente doméstico (*L Home*), deve ser igual ou superior a 65% do valor de pico da iluminância da imagem medido em ambiente comercial (*L Retail*).
- b. Regra de Teste Final – O valor de pico da iluminância medido na Configuração Pré-definida de Imagem (*Default Picture Setting*) (*L Default*), deve ser igual ou maior do que 65% do valor de pico da iluminância verificado no Teste de Brilho para a Configuração de Imagem Seleccionada (*Brightest Selectable Picture Setting*) (*L Default* ou *L Brightest*).

iii. Modo *Download Acquisition* (DAM)

Um equipamento pode sair automaticamente do Modo *Standby*- Passivo para o Modo *Download Acquisition* de acordo com as tarefas pré-definidas, com o objetivo de:

- Fazer o *Download* de uma lista de canais, de acordo com uma agenda de programação eletrónica;
- Apresentar no ecrã mensagens de emergência/comunicações; ou,
- Fazer comunicações através de um protocolo de rede.

A medida da energia consumida no Modo *DAM* (*EDAM*) tem de ser inferior ou igual a 40 Watts hora por dia (0,04 kWh/dia).

iv. Modo Hotelaria (*Hospitality Television*)

O Total da Energia Consumida por um Equipamento com Funções de Hotelaria (*TEC Hosp*) deve ser igual ou menor aos Requisitos Máximos para Equipamento com Funções de Hotelaria (*TEC Hosp _Max*) calculados pela Equação 8.

$$TEC_{Hosp} = (P_{On} \times 5) + (P_{Standby_Passive} \times 19) + E_{DAM}$$

Equação 8 - Cálculo da Energia Consumida por um Equipamento com Funções de Hotelaria (*TECHosp*)

Onde:

TECHosp é a potência calculada correspondente ao Modo *Hospitality Television* *TEC*;

P_{On} é a potência medida no Modo *On*;

P_{Standby_Passive} é a potência medida no Modo *Stanby_Passive*; e,

E_{DAM} é a potência medida no *Modo Download Acquisition* (*DAM*) num período de 24horas.

O valor Máximo de Potência, permitido a um Equipamento com Funções de Hotelaria (*TEC_{Hosp _Max}*) deve ser calculado pela equação 9.

$$TEC_{Hosp_Max} = 500 \times \tanh(0,00085 \times (A - 140) + 0,052) + 129,5$$

Equação 9 - Cálculo do valor Máximo de Potência permitido para um Equipamento com Funções de Hotelaria (*TECHosp _Max*)

Onde:

$TECHosp_Max$ é valor máximo de potência permitido para equipamentos a funcionar no modo Hotelaria (*Hospitality Television TEC*);

A é a área do ecrã de imagem medido em polegadas quadradas;

tanh representa a função tangente hiperbólica.

Para os televisores do tipo Hotelaria com a função *Download Acquisition* (DAM) ativa, a potência medida no Modo *Standby Passive* deve ser menor ou igual a 1,0 W.

v. Condições de Validação de Sensores ABC

- Teste NOPR

A potência média medida para uma iluminância de 50 lux (P50) deve aumentar em, pelo menos 5%, em relação à potência média medida com uma iluminância a 10 lux (P10); a potência média medida para uma iluminância de 100 lux deve aumentar em, pelo menos 5%, em relação à potência média medida com uma iluminância de 50 lux (P50), e a potência média medida para uma iluminância de 300 lux (P300) deve ser, maior ou igual, à potência média medida para uma iluminância de 100 lux (P100), como indicado na Equação 10.

$$\frac{P_{50}-P_{10}}{P_{10}} \geq 5\%, \quad \frac{P_{100}-P_{50}}{P_{50}} \geq 5\%, \quad P_{300} \geq P_{100}$$

Equação 10 – Condições para a validação de um sensor com sistema ABC

Onde:

P_n é a potência no Modo On com o sensor ABC ativo no n lux, com uma fonte de luz direta.

a. Regras de Teste Final

Aos equipamentos com sensores ABC não são requeridas as Regras de Teste Final.

Os métodos de teste devem ser de acordo com os requisitos do documento *Energy Star Test Method for Television versão, November 2013*.

3.7. TELEVISÃO DIGITAL

Num futuro próximo é expetável que o equipamento para a receção, descodificação e processamento interativo de radiodifusão e serviços relacionados, continue a crescer na UE, e consequentemente o aumento de energia elétrica necessária para os alimentar. O *Institute for Energy and Transport* [30] estima um consumo anual de energia elétrica para os equipamentos de TV Digital dos países da UE, de cerca de 23 TWh. Estes valores estão dependentes do nível de penetração, das especificações do equipamento e níveis dos serviços prestados pelos Prestadores de Serviços. O Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia estima que a energia consumida pelos equipamentos quando estão a operar no Modo *Standby* corresponda a 10% do total da energia consumida nas residências e escritórios dos Estados-Membros da União Europeia (EU).

Para inverter esta tendência a UE elaborou um Código de Conduta denominado *por Code of Conduct on Energy Efficiency of Digital TV Service Systems* que deverá ser adotado por todas as partes interessadas que operam no setor das Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC). Este documento, que foi atualizado em um de julho de 2013 com a publicação da versão 9, estima que os valores consumidos possam ser reduzidos para 15 TWh, o que equivalerá a uma poupança anual equivalente média de aproximadamente 750 milhões de Euros.

Efetivamente, como referido em vários pontos deste documento, são imprescindíveis medidas que concorram para maximizar a eficiência energética em todos os equipamentos de suporte à televisão digital. As medidas serão tanto mais eficazes, quanto mais, todas as partes interessadas – fabricantes de componentes eletrónicos, fabricantes de equipamentos terminais, operadores de rede, prestadores de serviços e utilizadores dos serviços - se empenharem nesta problemática.

Este Código de Conduta estabelece os princípios a ser seguidos pelas partes envolvidas nos serviços de televisão digital a operar na UE e que aspiram, naturalmente, a obter os

melhores resultados possíveis para a eficiência energética dos seus produtos e/ou serviços. O consumo de energia é influenciado pelo nível dos serviços fornecidos, o número dos equipamentos bem assim como a qualidade e quantidade dos componentes que os constituem.

No documento são especificados os requisitos de eficiência energética e os métodos de medição para verificação da conformidade desses mesmos requisitos. O objetivo é minimizar o consumo global de energia por equipamento, sem prejudicar a funcionalidade e conveniente utilização dos mesmos.

O equipamento que tem como funções principais a receção, desmodulação, descodificação, processamento interativo, fornecimento de serviços de acesso condicional e gravação de TV digital, são designados genericamente por *Set Top Boxes Complex* (CSTB), independentemente de estarmos em presença de sinais de radiodifusão fornecidos por sistemas satélite ou protocolo *internet* (IPTV)²⁸. Em Portugal, o termo adotado pelos vários operadores para designar estes equipamentos foi STB ou simplesmente BOX.

O documento baseia a sua fundamentação nos seguintes princípios e requisitos gerais.

- i. Os Sistemas de TV Digital são equipamentos e serviços que devem ser projetados para minimizar o consumo de energia dentro dos limites das especificações operacionais, incluindo a implementação de políticas de Gestão de Energia;
- ii. Os Sistemas Operacional e de Controlo, são especificadas no pressuposto de que têm Equipamentos Gestão de Energia incluídos;
- iii. Equipamento Principal (*Headed*) deve permitir, pelo menos, um modo de espera;
- iv. Equipamento Principal deve permitir que o modo de espera seja efetuado pelo telecomando do utilizador (usuário).

²⁸ Internet Protocol Television

- v. Equipamento Principal deve permitir sair para o modo de espera depois de passado um período de tempo determinado, sem nenhuma interação do utilizador - funcionalidade de utilizador *Auto Power Down* (APD).
- vi. Equipamento Secundário (*Headless*) com a funcionalidade Standby de Rede (*Networked Standby*) deve ser capaz de sair para modo de espera, após passado um período de tempo sem nenhum pedido de serviço - funcionalidade do sistema *Auto Power Down* (APD).
- vii. O Equipamento deve ser capaz de sair do modo espera, através de um temporizador interno, que permita baixar (download) conteúdos pré-programados, avaliação de programas, sistema de agendamento e informações ou realizar qualquer outra atividade de manutenção. Após a conclusão destas tarefas, os equipamentos devem voltar para o modo de espera inicial num tempo igual ou inferior a 15 minutos.
- viii. Os Sistemas de Serviço de TV Digital deverão ser concebidos no pressuposto de que os equipamentos podem ser desligados da fonte de alimentação por parte do consumidor ao longo do tempo. Após ser desligado o equipamento deve poder ser religado à rede elétrica sem que qualquer degradação de serviço seja perceptível para o utilizador.
- ix. Equipamento deve permitir ao utilizador uma opção de menu acessível para bloquear a gravação de programas fornecidos pelo Prestador de Serviços mas não desejados pelo utilizador.

Ao abrigo deste código, os Prestadores de Serviços devem fornecer aos consumidores informações detalhadas sobre os níveis de consumo de energia do equipamento. Essas informações devem ser disponibilizadas *on-line* e, sempre que pertinente e possível, no ponto de venda.

A configuração da infraestrutura de rede do Prestador de Serviço, deve garantir que qualquer interação com equipamentos através da rede – com origem no Prestador de Serviços sem intervenção do utilizador -, será dentro de um prazo limitado e de forma a

permitir que o Equipamento entre num dos modos de espera logo após e, durante as 24 horas seguintes.

É introduzido o conceito de valor da Energia Anual Permitida (*Annual Allowance Energy*) (AEA) para um determinado Equipamento em Teste (*Equipment Under Test*) (EUT), definido como a quantidade máxima de energia que é permitido consumir num ano (kWh/ano) a um equipamento que cumpra o Código de Conduta.

O valor da Energia Anual Permitida para um determinado Equipamento em Teste é calculado considerando as funcionalidades básicas atribuídas, acrescidas de eventuais licenças de funcionalidades adicionais, ou seja:

Energia Anual Permitida [kWh/ano] = Funcionalidades Básicas Atribuídas + Funcionalidades Adicionais Atribuídas

As funcionalidades básicas e as funcionalidades adicionais são as referidas nas tabelas 10 e 11, respetivamente.

A funcionalidade básica é determinada conforme as definições seguintes e, a classificação de cada Equipamento, é diferente e mutuamente exclusiva. Caso um Equipamento Em Teste (EUT) possa ser classificado em mais do que uma das categorias, apenas pode ser considerado pertence a uma dessas categorias.

i. Cabo

Se o EUT está dentro das definições de um CSTB para utilização em redes híbridas (CATV), o equipamento é capaz de receber um serviço distribuído por uma rede em cabo coaxial, de acesso condicionado e protegido; a funcionalidade básica é definida como cabo, independentemente da receção por cabo não ser a "funcionalidade principal" considerada pelo fabricante ou Prestador de Serviços.

ii. Satélite

Se a funcionalidade básica do EUT não é cabo, está dentro das definições de um CSTB Satélite e é capaz de receber um serviço de satélite de acesso condicionado e protegido; a funcionalidade básica é definida como satélite, independentemente da receção por

satélite não ser a "funcionalidade principal" considerada pelo fabricante ou Prestador de Serviços.

iii. *Internet Protocol (IP)*

Se a funcionalidade básica do EUT não é cabo ou satélite, está dentro das definições de um CSTB IP e é capaz de receber um serviço IP de acesso condicionado e protegido; a funcionalidade básica é definida como IP, independentemente da recepção IP não ser a "funcionalidade principal" considerada pelo fabricante ou Prestador de Serviços.

iv. *Terrestre*

Se a funcionalidade básica do EUT não é cabo, satélite ou IP, está dentro das definições de um CSTB Terrestre e é capaz de receber um serviço terrestre de acesso condicionado e protegido; a funcionalidade básica é definida como terrestre, independentemente de a recepção terrestre não ser a "funcionalidade principal" considerada pelo fabricante ou Prestador de Serviços.

v. *Cliente Remoto Dedicado (Thin-Client/Remote)*

Qualquer EUT que satisfaça a definição de cabo, satélite, terrestre ou IP CSTB não é um Cliente Remoto Dedicado (CSTB remoto); a funcionalidade básica não é cabo, satélite, terrestre ou IP, mas enquadra-se na definição de Cliente Remoto Dedicado, a funcionalidade básica é considerada Cliente Remoto Dedicado.

Na Tabela 11 são apresentados os valores da Energia Anual Permitida (kWh/ano) para os níveis de serviço 1 e 2 considerando as várias funcionalidades básicas atrás referidas

Tabela 11. Energia anual permitida para as funcionalidades básicas

Funcionalidades Básicas	Energia Anual Permitida (kWh/ano)	
	Nível 1	Nível 2
Cabo	45	37
Satélite	50	40
Internet Protocol	26	20
Terrestre	37	32
Cliente Dedicado Remoto	26	20

A data para atingir o nível 1, é um de julho de 2013 e, para atingir o nível 2, é um de julho de 2015.

Na Tabela 12, são apresentadas as Funcionalidades Adicionais para os dois níveis bem como os critérios de aplicabilidade e o número de vezes que podem ser considerados por cada Equipamento em Teste.

Tabela 12. Energia anual permitida para as funcionalidades adicionais

Funcionalidades Adicionais	Aplicabilidade	Energia Anual Permitida (KWh/Ano)	
		Nível 1	Nível 2
Acesso adicional a canais RF	Por cada Acesso Adicional a canais RF. O acréscimo só se aplica a Sintonizadores RF, e não a entradas adicionais de rede IP tais como um <i>Interface Ethernet</i> adicional	7	6
Advanced Video Processing	Uma vez por equipamentos - Mutuamente exclusivo com o crescimento <i>High Efficiency Video Processing</i> . O acréscimo só se aplica quando o vídeo decodificado está disponível em formato analógico ou digital e / ou quando o Equipamento tem capacidade para fazer a transcodificação para conteúdos codificados	0	0

High Efficiency Video Processing	O acréscimo só se aplica quando o vídeo decodificado está disponível em formato analógico ou digital e / ou quando o Equipamento fornece a capacidade de transcodificação de conteúdo codificado com alta eficiência de codificador de vídeo.	20	13
Full High Definition Processing	Uma vez por equipamentos - Mutuamente exclusivo com <i>Ultra High Definition Processing</i> .	0	0
Ultra Full High Definition Processing	Uma vez por equipamentos - Mutuamente exclusivo com acréscimo <i>Full High Definition Processing</i> .	20	13
3DTV Processing	Uma vez por Equipamento	20	13
Advanced Graphics Processing	Uma vez por Equipamento	5	0
Multi-encoding	Para cada codificador adicional. Este acréscimo só pode ser utilizado para equipamentos que podem fornecer conteúdo independente para mais de um dispositivo de exibição, por exemplo, TV ou <i>media player</i> portátil.	10	8
Multi-display	Uma vez por Equipamento. Este acréscimo só pode ser utilizado por Equipamentos que podem fornecer conteúdo independente para mais de um dispositivo de exibição, por exemplo, TV , <i>media player</i> portátil.	5	5
WiFi, MoCA, Powerline	Por cada interface física de rede, excluindo <i>Ethernet</i> .	18	14
	Uma por cada porto de rede, qualquer que seja a tecnologia de interface física de rede. Se este acréscimo for considerado, os equipamentos devem oferecer a funcionalidade de espera em rede, pelo menos, o modo de <i>standby APD</i> ou a interface deve ser ativada no modo <i>Standby APD</i> .	12	5
In-Home Networking Access Point-Router	Uma vez por Equipamentos complementado com o acréscimo <i>Basic In-Home</i>	53	37
Interface Técnico Return Path: ADSL ou DOCSIS 2.0 ou VDSL	Uma vez por Equipamento.	30	30
Interface Técnico Return Path: DOCSIS 3.0	Uma vez por Equipamento. Provisão é para 4 ligado mínimo canais de RF.	45	25
	Para cada canal 4 canais adicionais de RF ligados	20	5

<i>DVR</i>	Uma vez por Equipamento. Para o que o acréscimo seja considerado a capacidade de gravação deve ser superior a 30 minutos	15	10
<i>VOIP</i>	Uma vez por Equipamento.	20	16
<i>Smart Home services/Ultra high processing capability</i>	Uma vez por Equipamento.	TBD	TBD

O Total da Energia Consumida (*Total Energy Consumption* (TEC) é determinado pela equação 11.

$$\text{Total da Energia Consumida (TEC)} = 0,365 \times (T_{\text{On}} \times P_{\text{On}} + T_{\text{Stdby}} \times P_{\text{Stdby}} + T_{\text{APD}} \times P_{\text{APD}}) \text{ [kWh/ano]}$$

Equação 11 - Total de Energia Consumida

Em, que:

P_{On} consumo de energia em Modo *On* (iniciada pelo utilizador) - é o consumo correspondente ao período de funcionamento em que o equipamento está a desempenhar ativamente, pelo menos, uma das suas funcionalidades, sem que essa funcionalidade seja necessariamente uma funcionalidade básica e, não necessariamente limitada a ela.

P_{Standby} consumo em Modo de Espera (*Standby*) - é o consumo correspondente ao período de funcionamento em que o equipamento está num modo de menor consumo de energia. Este consumo pode ser variável ao longo do tempo, uma vez que está dependente das funções que lhe são requeridas durante a permanência nesse estado.

P_{APD} consumo em Modo de Espera APD - é o consumo correspondente ao período de funcionamento em que o equipamento está no modo

de menor consumo, *Standby Auto Power Down* (APD), inicializado pelo utilizador ou pelo sistema.

T_{On}	número de horas padronizado, por dia, em que um Equipamento em Teste está no estado <i>On</i> (iniciado pelo usuário);
$T_{Standby}$	número de horas padronizado, por dia, em que um Equipamento em Teste está no estado <i>Standby</i> ;
T_{APD}	número de horas padronizado, por dia, em que um Equipamento em Teste está no estado de espera <i>APD</i> .

Na Tabela 13 são apresentados os valores impostos para o ciclo de cálculo do Total de Energia Consumida por Modo de Operação.

Tabela 13. Valores de tempo diário por modo de operação

Duração do tempo diário no modo	Equipamento sem funcionalidade de rede Standby [horas / dia]		Equipamentos com funcionalidade de rede Standby [horas / dia]	
	Comando (Headed)	Sem Comando (Headless)	Comando	Sem Comando
T_{On}	4,5	24	4,5	4,5
$T_{Standby}$	15	0	4,5	0
T_{APD}	4,5	0	15	19,5

No documento, *Code of Conduct on Energy Efficiency of Digital TV Service Systems*, são especificados os pressupostos e condições de ensaio.

É apresentado de seguida, um caso real que tenta complementar a exposição.

Como referido, devido à recente massificação, os equipamentos terminais de rede de cliente, particularmente os associados ao serviço de televisão por subscrição, são hoje, um dos grandes consumidores domésticos de energia elétrica.

Vejamos o seguinte caso.

Segundo o último relatório publicado pela ANACOM, havia em Portugal no dia 30 Junho de 2015 [24], 3 430 000 assinantes do serviço de televisão por subscrição. Esses subscritores têm acesso a esses serviços, através das várias tecnologias disponíveis em Portugal. Segundo o referido relatório os subscritores estão distribuídos da seguinte forma:

- Cabo, 1 354 000 UA;
- xDSL, 754 000 UA;
- FTTH/FTTB, 715 000 UA;
- DTH, 607 000 UA.

Cada um destes subscritores, para ter acesso ao serviço, tem instalado em sua casa, em média, 3 equipamentos. Independentemente dos seus consumos individuais e da forma mais ou menos eficiente como são utilizados, estes equipamentos estão ligados em rede e à rede, um total de horas anuais de:

Total estimado do tempo que os equipamentos de assinantes, do serviço de televisão por subscrição, estão ligados à rede de energia elétrica = nº médio de equipamentos por subscritor x nº de subscritores x horas anuais

Total estimado do tempo que os equipamentos de assinantes, do serviço de televisão por subscrição, estão ligados à rede de energia elétrica = $3 \times 3\,430\,000 \times 24 \times 365$

Total estimado do tempo anual= 878 540 040 000 h

Considere-se um cenário em que, em cada Unidade de Alojamento, há apenas uma Set-Top Box (STB) instalada. Este equipamento é indispensável para ter acesso a serviços de televisão por subscrição. Estas STB podem ser simples ou com a funcionalidade adicional de gravação de programas num disco rígido interno.

- a. Uma STB da marca Scientific Atlanta (Cisco), modelo KMM3010-PT, fabricada em 2006, com sistema de gravação HD, tem uma potência

máxima de consumo no Modo *On* de 35W. O fabricante e/ou Prestador de Serviços de TV não têm, ou não disponibilizam, os consumos dos equipamentos para estados de operação de consumo mais baixo.

- b. Uma STB da marca Arris, modelo VIP2262 esl 3, fabricada em 2015, com sistema de gravação HD tem uma potência máxima de consumo no Modo *On* de 30 W. O fabricante e/ou Prestador de Serviços de TV, não têm ou não disponibilizam, os consumos dos equipamentos para estados de operação de consumo mais baixo.
- c. Uma STB da marca Scientific Atlanta (Cisco), modelo KMM3000-P, fabricada em 2008, sem sistema de gravação HD tem uma potência máxima de consumo no Modo *On* de 15W. O fabricante e/ou Prestador de Serviços de TV não têm ou não disponibilizam os consumos dos equipamentos para estados de operação de consumo mais baixo.
- d. Uma STB da marca Cisco, modelo ISB 2201, fabricada em 2014, sem sistema de gravação HD tem uma potência máxima de consumo no Modo *On* de 20W. O fabricante e/ou Prestador de Serviços de TV não têm ou não disponibilizam os consumos dos equipamentos para estados de operação de consumo mais baixo.

Ao substituir a) pelo b) verifica-se, que os subscritores de tecnologias IPTV podem obter, por cada hora de funcionamento no estado de máxima potência, uma poupança energética esperada de:

Poupança estimada, por hora, para o consumo de energia elétrica por STB = [(Potência Elétrica de uma STB ^(a) no Modo *On* - Potência Elétrica de uma STB ^(b) no Modo *On*) x n° dos subscritores de tecnologias IPTV.

Poupança estimada, por hora, para as STB = [(35 - 30) x (754 000 +715 000)]

Poupança estimada, por hora, para as STB = 7 345 000 Wh

Serão de esperar valores da mesma grandeza para os restantes 1 961 000 (1 354 000 + 607.000), subscritores das tecnologias de cabo (HFC) e satélite (*Direct to Home*) (DTH).

Mas se considerarmos que o tempo médio diário de funcionamento para este tipo de equipamento é de aproximadamente 5h, a poupança prevista para um ano de funcionamento destes equipamentos é de:

Poupança estimada, por ano, para as STB IPTV = Poupança estimada, por hora, por STB x nº de STB x horas de funcionamento diário x nº de dias por ano

Poupança estimada, por ano, para as STB IPTV= 7 345 000 x (754 000 + 715 000) x 5 x 365

Poupança estimada, STB IPTV= 13 404 625 000Wh, ou seja 13 404,6 MWh/ano.

O fabricante e/ou Prestador de Serviços de TV não têm ou não disponibilizam os consumos dos equipamentos para estados de operação de consumo mais baixo.

O número de STB instalados em cada UA varia entre uma e duas unidades. Não foi possível estimar uma média que seguramente será sempre superior a 1.

Fazendo a mesma análise comparativa entre c) e d) verifica-se, que os subscritores de tecnologias IPTV obtêm, por cada hora de funcionamento no estado de máxima potência, um acréscimo esperada no consumo energético. Neste caso houve um retrocesso!

3.8. FONTES DE ALIMENTAÇÃO EXTERNA

As fontes de alimentação externa são um dos dispositivos mais importantes no contexto dos equipamentos terminais das redes. Por ser um equipamento transversal a todos os equipamentos TIC, contribuem substancialmente para o consumo de energia elétrica das famílias e empresas.

A energia elétrica consumida por estes equipamentos na EU, em 2010, foi cerca de 7,3 TWh e, se nada for alterado em termos de eficiência energética (cenário *Business as*

Usual), passará para cerca de 7,5 TWh em 2020. Com as medidas propostas no Código de Conduta sobre a Eficiência Energética de Fontes Externas de Alimentação (versão 5), publicado em 29 de outubro de 2013 pela EU²⁹, é expectável atingir uma poupança em 2020 de 1,04 TWh³⁰.

Uma parte significativa desta energia corresponde a perdas: Além das perdas de energia que ocorrem devido às perdas de conversão quando no seu estado de funcionamento estão a alimentar cargas, (eficiência de conversão menor que um), existem as perdas correspondentes ao estado em que, apesar das fontes não estarem a alimentar cargas, continuam ligadas à rede de energia elétrica

Ao abordar a eficiência energética das Fontes Externas de Alimentação, devemos assegurar que a aplicação de componentes eletrónicos para reduzir as perdas, não afete a qualidade de energia que fornecem.

O código de conduta referido anteriormente estabelece um compromisso entre os vários fabricantes – das fontes de alimentação e de equipamentos que incorporem essas fontes de alimentação - e a UE, que assenta em novos procedimentos de fabrico e/ou processos de compra, baseados no conceito de minimização do consumo das fontes de alimentação.

As fontes de alimentação consideradas no âmbito do referido código são do tipo Externas, de Corrente Alternada-Corrente Contínua (CA-CC), Corrente Alternada-Corrente Alternada (CA-CA), fontes de alimentação individuais para aparelhos elétricos e eletrónicos, incluindo entre outros os Adaptadores AC, Carregadores de Baterias para telefones móveis, eletrodomésticos, ferramentas elétricas e equipamentos de informática, numa gama de potências de saída de 0,3W a 250W.

²⁹ EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL, JRC JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Energy and Transport Renewable, Energy Unit

³⁰ Estimativas de poupança

Para além das referidas anteriormente, existe uma subcategoria de fonte alimentação externa de baixa tensão caracterizada por ter uma tensão nominal de saída inferior a 6 Volt (V) e uma corrente nominal de saída maior ou igual a 0,550 Amperé (A).

Os signatários do Código de Conduta comprometem-se a incluir nos projetos e fabricação dos novos equipamentos, práticas que minimizem o consumo de energia, quer estejam a funcionar com carga como sem carga. Aos utilizadores, são recomendadas práticas de melhor eficiência energética na sua utilização e, a introdução do conceito de minimização do consumo de energia nos seus procedimentos de compra de fontes de alimentação.

Para ambos os modos de operação – sem potência de carga e em carga - são especificados, nas tabelas 14, 15 e 16, para, pelo menos 90% dos novos equipamentos, os dois níveis objetivo a atingir (nível 1 e nível 2). Considerando os vários modos de operação, é especificado o consumo máximo de energia, separado em três gamas de potência de saída.

Tabela 14. Sem potência de carga (No-load Power Consumption)

Potência Nominal de Saída (P_{no})	Sem Potência de Carga <i>(No-load power consumption)</i>	
	Nível 1 (Tier)	Nível 2 (Tier)
Rated Output Power		
$\geq 0,3 \text{ W e } < 49 \text{ W}$	0,150 W	0,075 W
$\geq 49 \text{ W e } < 250 \text{ W}$	0,250 W	0,150 W
Bateria portátil e $< 8 \text{ W}$	0,075 W	0,075 W

Quando estão a operar no modo ativo, a eficiência energética mínima é calculada, como uma função de saída nominal e dividida em três categorias com base na potência nominal da fonte de alimentação externa. Na Tabela 15 são apresentados, em função das três gamas de potência de saída, os valores de potência que se pretendem para o caso de estarem sem carga (excluem-se as fontes externas de potência de baixa tensão).

Tabela 15. Sem carga (excluem-se as fontes externas de potência de baixa tensão)

<i>Rated Output Power (P_{no})</i>	<i>Minimum Four Point Average Efficiency in Active Mode</i>		<i>Minimum Efficiency in Active Mode at 10 % load of full rated output current</i>	
	Nível 1 (Tier)	Nível 2	Nível 1	Nível 2
$0,3 \leq W \leq 1$	$\geq 0,500 \times P_{no} + 0,146$	$\geq 0,500 \times P_{no} + 0,169$	$\geq 0,500 \times P_{no} + 0,046$	$\geq 0,500 \times P_{no} + 0,06$
$1 < W \leq 49$	$\geq 0,0626 \times \ln(P_{no}) + 0,646$	$\geq 0,071 \times \ln(P_{no}) - 0,00115 \times P_{no} + 0,670$	$\geq 0,0626 \times \ln(P_{no}) + 0,546$	$\geq 0,071 \times \ln(P_{no}) - 0,00115 \times P_{no} + 0,570$
$49 < W \leq 250$	$\geq 0,890$	$\geq 0,890$	$\geq 0,790$	$\geq 0,790$

Na Tabela 16 são apresentados, em função das três gamas de potência de saída, os valores de potência que se pretendem para o caso de estarem sem carga e fontes externas de potência de baixa tensão.

Tabela 16. Sem carga e fontes externas de potência de baixa tensão

<i>Rated Output Power (P_{no})</i>	<i>Minimum Four Point Average Efficiency in Active Mode</i>		<i>Minimum Efficiency in Active Mode at 10 % load of full rated output current</i>	
	Nível 1 (Tier)	Nível 2	Nível 1	Nível 2
$0,3 \leq W \leq 1$	$\geq 0,500 \times P_{no} + 0,086$	$\geq 0,500 \times P_{no} + 0,091$	$\geq 0,500 \times P_{no}$	$\geq 0,517 \times P_{no}$
$1 < W \leq 49$	$\geq 0,0755 \times \ln(P_{no}) + 0,586$	$\geq 0,0834 \times \ln(P_{no}) - 0,0011 \times P_{no} + 0,609$	$\geq 0,072 \times \ln(P_{no}) + 0,500$	$\geq 0,0834 \times \ln(P_{no}) - 0,00127 \times P_{no} + 0,518$
$49 < W \leq 250$	$\geq 0,880$	$\geq 0,880$	$\geq 0,780$	$\geq 0,780$

Outras economias podem ser esperadas a partir da aplicação de fontes de energia eficientes.

O Nível 1 entrou em vigor na data de 1 de janeiro de 2014 e, o nível 2 deverá ser atingido em 1 de janeiro de 2016.

3.9. EQUIPAMENTOS DE REDE

3.9.1. ASPETOS GERAIS

No dia 25 de janeiro de 2013, foi publicado pelo Instituto de Energia e Transportes da UE uma revisão do documento *Code of Conduct on Energy Consumption of Broadband Equipment* Versão 4.1.

No documento são atualizados os requisitos a cumprir pelas partes interessadas, e estabelecidos os princípios básicos de eficiência energética que devem ser seguidos por todas as partes interessadas que, de uma forma ou outra, operam com equipamentos de banda larga na UE.

Como referido em 2.1, estes equipamentos permitem aos seus utilizadores manterem-se ligados a outros dispositivos de uma rede local, metropolitana ou internacional. Os equipamentos abrangidos são utilizados tanto do “lado do cliente” – referidos na tabela 16 -, como os do “lado rede” – referidos na tabela 17.

Os partes interessadas nesta temática, e signatários do documento, comprometem-se a respeitar os princípios gerais aí referidos e alcançar as metas de consumo referidas nas tabelas 25 a 35, em pelo menos 90% (para o nível 1) em todos os equipamentos a introduzir no mercado após as datas indicadas.

Sendo assim, de um modo geral, todos os equipamentos de banda larga devem ser projetados para atingir as metas de consumo de energia que no decorrer deste capítulo serão descritas. No entanto, essas medidas de eficiência energética, não devem ter impactos negativos nos benefícios das funcionalidades do equipamento espetáveis pelo utilizador, perturbar os outros equipamentos presentes na rede, ou violar as normas e padrões aplicáveis. Os sistemas operativos e de controlo devem ser especificados, assumindo o pressuposto de que o *hardware* inclui sistema de gestão integrado de energia, quando aplicável, ou seja, dependendo da funcionalidade necessária do Equipamento, em cada momento, o *hardware* deve ter capacidade para comutar automaticamente para o estado de menor consumo de energia possível.

Estes equipamentos são divididos em três grupos, conforme as suas funcionalidades:

- i. Equipamentos Terminais de Cliente (ETC) (*Customer Premises Equipment (CPE)*);
- ii. Equipamentos de Rede (*Network Equipment*);
- iii. Equipamentos Simples de Banda Larga (*Broadband Equipment*)

Na Figura 38 é apresentado uma configuração exemplo de como estes equipamentos podem funcionar em rede, e apresentados os pontos fronteira.

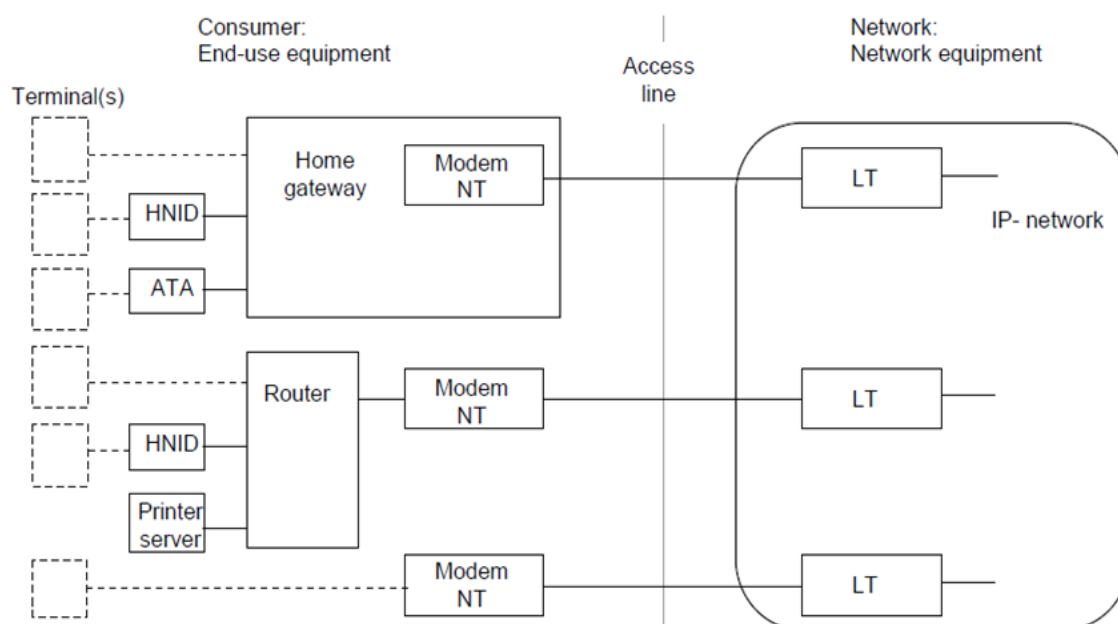


Figura 38. Configuração exemplo de rede de cliente e pontos fronteira

3.9.2. EQUIPAMENTO TERMINAL DE CLIENTE

Os Equipamentos Terminais de Cliente abrangidos são os listados na Tabela 17.

Tabela 17. Tipos de equipamento terminal de cliente

Lista dos Equipamento Terminal de Cliente (ETC) abrangidos	
-	Home Gateways
	DSL CPES's xDSL (ADSL, ADSL2, ADSL plus, VDSL2)
	ETC's de Cabo (DOCSSIS 2.0 e 3.0)
	ETC's Óticos (PON e PtP)
	ETC's <i>Router Ethernet</i>
	ETC's Wireless (WimAX, 3G, LTE)
-	Equipamentos Terminais de Banda Larga
	ETC's DSL com USB
	Layer (Camada) 2ONUs
-	Equipamentos de Interiores de Infraestrutura de Rede (Home network infrastructure devices)
	Acesso Wi-Fi
	Pequenos <i>HUB</i> não excedendo 2 prateleiras de <i>Switches</i>
	Adaptadores <i>PowerLine</i>
	Adaptadores às Tecnologias Alternativas <i>LAN (HPNA e MoCA)</i>
	Adaptadores Ótico <i>LAN</i>
-	Outros Equipamentos de Interiores de Rede
	Acesso <i>Gateway ATA/VOiP</i>
	Telefone VoIP (de mesa e com autonomia <i>standard</i>)
	<i>Print Server</i>

Nota: Não são abrangidos Terminais como PCs ou TVs.

3.9.3. EQUIPAMENTO TERMINAL DE CLIENTE (ETC) DE ACESSO À REDE

Os Equipamentos ETC de Rede, devem ser concebidos de forma a poderem ser desligados manualmente da rede elétrica de energia pelo utilizador.

A energia elétrica fornecida a outros equipamentos (e.g. via USB ou PoE), não deve ser incluída na avaliação do consumo de energia. Quando se procede à medição do consumo de energia de um determinado Equipamento devem ser desligados todos os equipamentos subsidiários a ele ligado, exceto aqueles que só podem fornecer as funções para que foram projetados de uma forma emparelhada. No entanto, para estes casos, são referidos e especificados os valores objetivo para alguns dispositivos USB, que devem ser uma referência para os fabricantes e que deverão ser considerados separadamente na avaliação de eficiência energética (consumo e os objetivos relacionados) dos Equipamentos ETC que a eles podem ser ligados.

Os Equipamentos Terminais de Rede abrangidos são os listados na Tabela 18.

Tabela 18. Tipos de equipamento terminal de rede

Lista dos Equipamento Terminal de Rede abrangidos	
-	Equipamento xDSL de rede (ADSL, ADSL2, ADSL2plus e VDSL)
	xDSL combinado com equipamentos de banda estreita (e.g. quando MSAN com interface POTS é combinado com interface xDSL)
-	Equipamento Terminal de Linha Ótico (OLT) para redes PON e PtP
	ETR's wireless de Banda Larga (e.g. Pontos de Acesso para aplicações Hotspot ou Estação Base de Rádio WiMAX)
-	Equipamento de Cabo do Prestador de Serviço
-	Equipamento <i>PowerLine</i> do Prestador de Serviço

As fontes alimentação externas utilizadas para fornecerem energia elétrica aos Equipamentos devem garantir os requisitos já especificados em 3.3.5., e o seu consumo

deve ser considerado incluído quando estamos a medir o consumo do Equipamento ETC.

3.9.4. MODOS DE OPERAÇÃO

São distinguidos os vários modos de operação dos equipamentos dos de rede, assim.

3.9.4.1. EQUIPAMENTOS TERMINAIS

- Estado *Off*

Neste estado de operação o equipamento não está a fornecer qualquer das funcionalidades para que foi projetado conforme está definido pela 1275/2008 da *Commission Regulation* (EC) publicada em 17 de dezembro de 2008.

- Estado Inativo

O estado inativo é caracterizado como o estado em que equipamento se encontra inativo, bem como todos os componentes que o constituem. Neste estado, o dispositivo não está a processar ou a fazer a transmissão de qualquer tráfego mas está em estado de alerta para detetar qualquer atividade de processamento ou transmissão que lhe seja solicitada. As transições entre estados de operação devem ocorrer sem a necessidade de qualquer reconfiguração manual do equipamento. A transição de estado deve ocorrer sempre de forma automática.

Na Tabela 19 são apresentadas as definições do Estado Inativo para os vários portos/componentes das Home Gateways (HW).

Tabela 19. Estado inativo das Home Gateways (HGW)

Porto/Componente	Estado Inativo (<i>Idle/State</i>)
Funções principais do interface de cliente (processador e memória: <i>routing, firewall, OAM</i> (e.g., TR- 069)	Não processar o tráfego de cliente
Interface WAN	WAN único: Inativo (link estabelecido, mas sem tráfego do cliente).
Portos <i>Ethernet</i> LAN	Nenhum Porto ligado (ou nenhuma ligação Ethernet), mas com a detecção de ligação Ethernet ativa
Wi-Fi	Sinal luminoso ligado, mas sem transmissão do lado utilizador nem cliente associado.
Tecnologias de LAN alternativas (e.g. HPNA , MoCA , Powerline , POF)	MoCA, Powerline, HPNA, ou capacidade ativada POF, mas sem transmissão de tráfego do utilizador.
FXS	Um Porto FXS com telefone ligado (200 Ohm/5m max do chicote), telefone no "descanso" mas na posição de espera de chamada ativa.
RDIS SO (<i>ISDN SO</i>)	Um Porto RDIS com telefone ligado (5m max do chicote), telefone no "descanso" mas na posição de espera de chamada ativa. O telefone é alimentado localmente pela própria fonte de alimentação (ou seja, não é alimentado através da interface S0).Restantes portas ISDN S0: sem telefone ou outra carga ligada, mas capaz de detetar uma ligação.
FXO	Nenhuma chamada ativa mas com detecção de chamadas ativo
Interface DECT	Nenhuma chamada ativa mas com detecção de chamadas ativo
Estação de carregamento DECT para telefone DECT	Unidade móvel do telefone DECT no suporte, em carga lenta
Bateria de Reserva (Backup)	Bateria de reserva está completamente carregada (carga lenta)
<i>USB</i>	Nenhum dispositivo ligado, detecção de dispositivos USB ativo

Na tabela 20 são apresentadas as definições do Estado Inativo para os vários Equipamentos Simples de Acesso a Banda Larga.

Tabela 20. Definição do Estado Inativo para Equipamentos Simples de Acesso a Banda Larga

Porto/Componente	Estado Inativo (<i>Idle/State</i>)
Porto WAN	Inativo (link estabelecido, mas sem transmissão de tráfego do utilizador)
Porto LAN	Inativo (link estabelecido, mas sem transmissão de tráfego de usuários), comprimento do chicote = 5m

Na Tabela 21 são apresentadas as definições do Estado Inativo para Equipamentos de Infraestrutura de Rede Doméstica.

Tabela 21. Definições do Estado Inativo, para equipamentos de infraestruturas de rede doméstica

Porto/Componente	Estado Inativo (<i>Idle/State</i>)
Porto Ethernet	1 Porto Inativo (ligado, mas sem transmissão de tráfego do utilizador), comprimento do chicote = 5m: no caso de mais do que um porto, os restantes estão desligados, mas com deteção de ligação Ethernet ativa.

Na Tabela 22 são apresentadas as definições do Estado Inativo para outros Equipamentos de Rede Doméstica.

Tabela 22. Definições do estado inativo, para outros equipamentos de rede doméstica

Porto/Componente	Estado Inativo (<i>Idle/State</i>)
Porto Ethernet	1 Porto Inativo (ligado, mas não há transmissão de tráfego do utilizador), comprimento do chicote = 5m: no caso de mais do que um porto, os restantes estão desligados.
Telefone VoIP	Nenhuma chamada ativa, exibição de deteção chamada ativa, display inativo
Servidor de impressão	Nenhum trabalho de impressão ativo

i. Estado *On*

Uma *gateway* doméstica está no Estado *On* quando todos os seus componentes estão no Estado *On*, conforme definido na Tabela 23.

Os Portos *Ethernet* do Equipamento de Acesso à Rede de Banda Larga (CPE) (*Customer Premise Equipment*) presentes no lado do cliente são responsáveis por consumos de energia não negligenciável. O padrão IEEE 802.3az (*Energy Efficient Ethernet*) define mecanismos de poupança de energia para Portos *Ethernet* com chicote (*patch-cord*) ligado do lado do cliente.

A transição do Estado *On* para outros estados de menor consumo deve ocorrer sem reconfiguração manual do dispositivo, ou seja, devem acontecer automaticamente.

Tabela 23. Definição do estado *on* de uma *gateway*

Porto/Componente	Estado On
Funções principais do interface de cliente (processador e memória: <i>routing</i> , <i>firewall</i> , <i>OAM</i> (e.g., TR- 069)	Processamento de tráfego ativo na interface WAN e LAN de cliente; no caso de interface WAN dupla, apenas um dos portos estará ativo. O segundo porto está inativo mas capaz de ser ativado manualmente ou automaticamente.
Porto WAN	WAN único: Ativo (link estabelecido, com tráfego do cliente).
ADSL2 Plus	Linha configurada para TR-100 , no modo ADSL2+ no modo adaptativo e configurado para uma linha de 1250m. A linha está com tráfego xDSL ativo com débitos de 3Mbit/s Downstream e 0,3 Mbit/s em Upstream.
VDSL2 (8,12a,17a) mas não (30a)	Linha configurada para TR-114 , no modo VDSL2+ para banda larga com um perfil de linha de banda larga para 8,12 ou 17 MHz com comprimentos de lacete de 300m para 8 MHz e 150m para as outras 2 bandas. A linha está com tráfego xDSL ativo com débitos de 10Mbit/s Downstream e 2Mbit/s em Upstream.
VDSL2 (30a)	Linha configurada para TR-114, no modo VDSL2+ para banda larga com um perfil de linha de banda larga 17 MHz com comprimentos de lacete de 100m. A linha está com tráfego xDSL ativo com débitos de 20Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
Fast (Rápido) Ethernet WAN	A linha ativa com 100Mbit/s. Débito 20Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
Gigabit Ethernet WAN	A linha ativa com 100Mbit/s. Débito 50Mbit/s Downstream e 10Mbit/s

	em Upstream.
Fibre PtFast Ethernet WAN	A linha ativa com 100Mbit/s. Débito 20Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
Fibre PtGigabit Ethernet WAN	A linha ativa com 1000Mbit/s. Débito 50Mbit/s Downstream e 10Mbit/s em Upstream.
GPON	A linha do utilizador ativa: Com Débito 20Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
1G-EPON	A linha do utilizador ativa: Com Débito 20Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
10/1G-EPON	A linha do utilizador ativa: Com Débito 50Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
10/10G-EPON	A linha do utilizador ativa: Com Débito 50Mbit/s Downstream e 10Mbit/s em Upstream.
XG-PON1	A linha do utilizador ativa: Com Débito 50Mbit/s Downstream e 10Mbit/s em Upstream.
DOCSIS 2.0	Ativo com um canal a jusante, com um tipo de modulação 256 QAM e um canal a montante com um tipo de modulação de 64 QAM com uma <i>symbol rate</i> de 5,12 Ms/s. Tráfego de utilizador de: Débito 10Mbit/s Downstream e 2Mbit/s em Upstream.
DOCSIS 3.0	Ativo com um canal a jusante, com um tipo de modulação 256 QAM e um canal a montante com um tipo de modulação de 64 QAM com uma <i>symbol rate</i> de 5,12 Ms/s: Tráfego de utilizador de: Débito 20Mbit/s Downstream e 5Mbit/s em Upstream.
WiMax, 3G, LTE	Tráfego do utilizador ativo: Com Débito 1Mbit/s Downstream e 200kbit/s em Upstream.
LAN Fast (Rápido) Ethernet ports	Todos os portos Ativos: link estabelecido a 100Mbit/s, chicote com 5m de comprimento e com tráfego do utilizador: Débitos de 10Mbit/s Downstream e 10Mbit/s em Upstream por porto.
LAN Gigabit Ethernet ports	Todos os portos Ativos: link estabelecido a 1000Mbit/s, chicote com 5m de comprimento e com tráfego do utilizador: Débitos de 20Mbit/s Downstream e 20Mbit/s em Upstream por porto.
Wi-Fi 802.11g ou 11a	Sinal luminoso On, com um cliente Wi-Fi cliente associado à distância de entre 1 a 5 metros dentro do mesmo espaço do Acesso Point, evitando interferências na mesma banda, com o tráfego do utilizador: Débitos 10 Mbit/s downstream e 10 Mbit/s upstream.
Wi-Fi 802.11n	Sinal luminoso On, com Wi-Fi 802.11n associado à distância de entre 1 a 5 metros dentro do mesmo espaço do Acesso Point, evitando interferências na mesma banda, com o tráfego do utilizador: Débitos 5

	Mbit/s downstream e 5 Mbit/s upstream.
Tecnologias de LAN alternativas (e.g. HPNA, MoCA , Powerline , POF)	MoCA, Powerline, HPNA, ou capacidade POF ativada, com transmissão de tráfego do utilizador: Débitos 10 Mbit/s downstream e 10 Mbit/s upstream.
FXS	Um porto FXS com telefone ligado (200 Ohm/ com corrente de lacete de 20mA e com comprimento max do chicote de 5m), com uma chamada ativa.
RDIS SO (<i>ISDN SO</i>)	Um porto RDIS com telefone ligado (5m max do chicote), telefone com chamada ativa. O telefone é alimentado localmente pela própria fonte de alimentação (ou seja, não é alimentado através da interface S0). Restantes portas ISDN S0: sem telefone ou outra carga ligada, mas capaz de detetar uma ligação.
FXO	Uma chamada ativa.
Interface DECT	Uma chamada ativa.
Estação de carregamento DECT para telefone DECT	Telefone DECT fora da base e sem estar a carregar bateria.
Bateria de Reserva (Backup)	Bateria carregada
<i>USB</i>	Nenhum dispositivo ligado, deteção de dispositivos USB ativo
<i>Low speed power line</i>	Ativo com tráfego de 10kbit/s.
<i>Bluetooth</i>	Ativo com tráfego de 10kbit/s.
<i>Zigbee</i>	Ativo com tráfego de 10kbit/s.
<i>Femto cell (Uso doméstico, RF c/potência ≤ 10mW, RF c/potência 10mW-50mW)</i>	Utilizador Ativo com tráfego de 2 Mbit/s e distância entre utilizadores até 5m no mesmo espaço.

Na tabela 24 são apresentadas as definições do Estado *On* para os vários Equipamentos Simples de Acesso a Banda Larga.

Tabela 24. Definição do estado *on* para os vários equipamentos simples de acesso a banda larga

Porto/Componente	Estado On
Porto WAN	Ativo (link estabelecido, com transmissão de tráfego do utilizador)
Porto LAN	Ativo (link estabelecido, com transmissão de tráfego de usuários), comprimento do chicote = 5m

Na Tabela 25 são apresentadas as definições do Estado *On* para outros Equipamentos de Rede Doméstica.

Tabela 25. Definição do estado on para outros equipamentos de rede doméstica

Porto/Componente	Estado On
Porto Ethernet	1 Porto Ativo (ligado, com transmissão de tráfego do utilizador), comprimento do chicote = 5m.
Telefone VoIP	Uma chamada ativa.
Servidor de impressão	Trabalho em impressão.

3.9.4.2. EQUIPAMENTOS DE REDE

Os vários estados de operação das redes com tecnologias de Banda Larga são diferenciados da seguinte forma:

i. Estado de Rede *Standby* (e.g., DSL)

Estado em que não há a possibilidade de qualquer transmissão de dados. É neste estado que se espera obter a maior redução do consumo de energia elétrica. É essencial que o equipamento tenha capacidade para responder de forma imediata a uma solicitação de uma ativação de mudança de estado. Por exemplo, pode ocorrer uma transição de Estado de Rede de Plena Carga se passar a haver necessidade de transmissão de dados a partir de ambos os extremos da rede.

ii. Estado de Rede de Baixa Carga (e.g., DSL)

É um estado em que o equipamento é colocado automaticamente, após ter passado do Estado de Rede de Carga Completo e, logo que, a transmissão de dados seja

inferior a um limite predefinido durante um certo período de tempo. É um estado que permite uma redução de consumo de energia elétrica limitada ao que corresponde uma limitação na transmissão de dados.

iii. Estado de Rede de Plena Carga (e.g., DSL)

É um estado em que é permitido ao equipamento fazer a transmissão de dados sem limites. Os únicos limites são impostos pelas características físicas do enlace de transmissão e pelas configurações do Operador da Rede de Telecomunicações.

Para o equipamento de rede sem fio são definidos também os seguintes estados:

- i. Estado de Plena Carga;
- ii. Estado de Média Carga;
- iii. Estado de Baixa Carga.

3.9.5. REQUISITOS DE POTÊNCIA DE ALIMENTAÇÃO

3.9.5.1. EQUIPAMENTOS DE ACESSO À REDE

Os Equipamentos CPE abrangidos (*home gateways*, dispositivos de infraestrutura de rede doméstica e outros dispositivos de rede doméstica) devem cumprir os objetivos máximos de consumo de energia já definidos em 3.3.6.3.1. quando operam no estado *On* e no Estado de Repouso. No Estado *Off* os Equipamentos CPE deve cumprir os requisitos do Código de Conduta para fontes de alimentação externas já referidas em 3.3.5.

Aos ETC devem ser aplicadas todas as ações possíveis na poupança de energia, minimizando o seu consumo geral sempre que possível, nomeadamente quando todas ou algumas das suas funções ainda não estão em funcionamento.

Os níveis de potência definidos para todos os estados são valores médios com base em períodos de medição suficientemente longos (pelo menos 5 minutos), durante o qual o equipamento permanece continuamente no mesmo estado e as medições só podem iniciar-se quando o equipamento está estável, ou seja, permanece no mesmo estado de

operação durante pelo menos 60 segundos. A potência é medida na entrada de 230V AC.

i. *Gateway Doméstica*

A *gateway* doméstica, (*home gateway*) - aqui usado como um termo genérico que engloba todos os tipos de interfaces de acesso, nomeadamente cabo coaxial, xDSL, Fibra -, é composta por vários componentes, nomeadamente um processador, memória, uma interface de WAN e várias interfaces LAN. Outros componentes podem ser incluídos dependendo da finalidade a que se destina.

As metas de consumo de energia para cada tipo de *gateway* doméstica são obtidas pela soma dos valores calculados considerando os valores de consumo de energia de cada um dos seus componentes individuais. A *gateway* doméstica, como um todo, tem de cumprir as metas estabelecidas para cada um dos seus vários estados de operação. Os valores de consumo de energia de cada um dos seus componentes são usados para calcular a meta global estabelecida para uma determinada configuração e modo de operação, mas é o consumo energético global da *gateway* que se pretende limitar e reduzir e não cada um dos seus componentes de forma isolada. A meta de consumo de energia elétrica para vários estados de operação definidos em... dependem do estado de operação em que se encontra cada um dos seus componentes individuais, e dos vários níveis de intermédios de consumo.

Os valores de potência de cada componente da *Home Gateway* quando estão a operar no Estado Inativo e no Estado On são apresentados nas tabelas seguintes.

Na tabela 26 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - das potências correspondentes às funções principais de uma *gateway* doméstica – Lado Central -, com interface WAN (*Gateway Home Plus interface WAN*).

Tabela 26. Valores objetivo, para as potências das funções principais, para uma *gateway* doméstica com interface WAN (Gateway Home Plus interface WAN)

Funções de Central Home Gateway interface WAN	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	<i>Estado Inativo (W)</i>	<i>Estado On (W)</i>	<i>Estado Inativo (W)</i>	<i>Estado On (W)</i>
ADSL2plus	2,6	3,8	2,4	3,4
VDSL2 (8, 12a, 17a) mas não 30a	3,5	6	3,2	4,6
VDSL2 (30a)	4,2	6,7	4,7	5,3
Fast Ethernet WAN	2,5	3,3	2	3
Gigabit Ethernet WAN	3,2	6,2	2,5	5
FO PtP Fast Ethernet WAN	2,9	5,6	2,9	5
FO PtP Gigabit Ethernet WAN	3,5	6,2	3,2	5,6
GPON	4	6,5	3,5	5
1G-EPON	3,7	5,5	3,5	4,7
10/1G-EPON	5,1	7	4,8	6,2
10/10G-EPON	5,6	8,8	5,3	7,7
XG-PON1	5,1	7,3	4,8	6,5
DOCSIS 2.0	3,7	4,6	3,7	4,6
DOCSIS 3.0 configuração básica	6,2	7,1	6,2	7,1
DOCSIS 3.0 Potência adicional por cada 4 canais downstream.	2,2	2,8	2,2	2,8
WiMAX	7,7	10,6	3,5	6
3G	4	7	3,5	6
LTE	4	7	3,5	6

Na Tabela 27 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - das potências correspondentes às funções adicionais de uma *gateway* doméstica, com interface LAN (*Gateway Home interface LAN*).

Tabela 27. Valores objetivo, para as potências das funções principais, para uma gateway doméstica com interface LAN (Gateway Home interface LAN)

Funcionalidades Adicionais das <i>Home Gateway</i> <i>Interface LAN</i>	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	Estado Inativo (W)	Estado On (W)	Estado Inativo (W)	Estado On (W)
1 Porto Fast Ethernet	0,3	0,4	0,2	0,4
1 Porto Gigabit Ethernet	0,3	0,9	0,2	0,6
Interface Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11g ou 11a/h radio (*) com up até 23 dBm EIRP	0,7	2	0,7	1,5
Interface Wi-Fi, banda simples 11a/h radio(*) com up até 30 dBm EIRP	0,7	2,5	0,7	2,5
Interface Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11g or 11a/h radio(*) com up até 23 dBm EIRP (up to 2x2)	1	2,5	0,8	2
Interface Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11n radio (*) com up até 30 dBm total EIRP (up to 2x2)	1	3	0,8	3
Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11ac 2x2 radio com up até 20 dBm EIRP por canal(23 dBm EIRP total for 2x2)	1,2	2,9	1,2	2,9
Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11ac 2x2 radio com up até 20 dBm EIRP por canal (23 dBm EIRP total for 2x2) (30 dBm EIRP total for 2x2)	1,2	5,9	1,2	5,9
Potência adicional por configuração RF acima de 2x2 MIMO (e.g., para 3x3 e 4x4)	0,1	0,4	0,1	0,3
Potência adicional por configuração RF acima de 2x2 MIMO (e.g., para 3x3 e 4x4) com up to 27 dBm EIRP.	0,1	1,6	0,1	1,6
HPNA	2	2,5	1,5	2
Funcionalidades Adicionais das <i>Home Gateway</i> <i>Interface LAN</i>	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	Estado Inativo (W)	Estado On (W)	Estado Inativo (W)	Estado On (W)
POF (abaixo de 200 Mbit/s)	-	-	0,5	0,5
POF (acima de 200 Mbit/s)	-	-	2	2
MoCA 1.1	2	2,5	1,8	2,2

MoCA 2.0	1,8	2,2	1,8	2,2
Powerline- High speed for broadband home networking (less than 30MHzbandwidth)	2,5	3	1,5	2
<i>Powerline</i> - Alta velocidade para Redes de Banda Larga Doméstica (abaixo da banda 30MHz-68 MHz)	2,5	4,7	2	2,7
<i>PowerLine</i> - Baixa Velocidade para pequenas aplicações de controlo.	0,9	2	0,8	1,5
FXS	0,5	1,5	0,3	1,2
ISDN S0	0,2	0,4	0,2	0,4
FXO	0,4	0,9	0,2	0,9
Chamada Emergência telefone analógico	0,8	0,8	0,6	0,6
DECT GAP	0,75	1,65	0,5	1
DECT Cat-iq	0,75	2	0,5	1,2
DECT ULE	NA	NA	0,1	0,2
Estação DECT para telefone DECT de carregamento em carga lenta	0,4	0	0,4	0
USB 2.0 - sem carga ligada	0,25	0,25	0,1	0,1
USB 3.0 - sem carga ligada	0,15	0,15	0,15	0,15
SATA - sem carga ligada	0,3	0,3	0,3	0,3
USB 2.0 - sem carga ligada	0,25	0,25	0,1	0,1
Bateria de back-up interna	0,2	0,2	0,1	0,1
Bluetooth	0,2	0,3	0,1	0,3
ZigBee	0,15	0,15	0,1	0,1
Z-Wave	NA	NA	0,1	0,2
IEC 14543-310 (“EnOcean”)	NA	NA	0,1	0,2
Femto cell (Uso doméstico, RF power $\leq 10\text{mW}$)	7	8	6	7
Funcionalidades Adicionais das <i>Home Gateway</i> <i>Interface LAN</i>	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	Estado Inativo (W)	Estado On (W)	Estado Inativo (W)	Estado On (W)
Femto cell (Uso doméstico, RF power 10mW-50mW)	11	12	9	10
Modulador RF (TV overlay para rede de FO)	3,5	3,5	3,2	3,2
Incorporação de Sistema mãos-livres	0,5	0,5	0,5	0,5
Display adicional a cores	0,5	1	0,5	1

Nota (*): Para a operação simultânea *dual-band* as potências para os canais individuais de rádio podem ser reduzidas.

Na Tabela 28 são apresentados os valores objetivo, - o nível 1 e nível 2 - da potência total dos Equipamentos Terminais de Acesso de Banda Larga, Modem e NT.

Tabela 28. Valores objetivo da potência total dos Equipamentos Terminais de Acesso de Banda Larga, Modem e NT

Potencia Total dos Terminais de Acesso em Banda Larga, Modem e NT	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	<i>CPE- Estado Inativo (W)</i>	<i>CPE- Estado On (W)</i>	<i>CPE- Estado Inativo (W)</i>	<i>CPE- Estado On (W)</i>
Modem DSL alimentado por USB	1,5	1,5	1,5	1,5
ONU GPON com 1 Porto LAN Gigabit Ethernet	3	5,5	2,5	4
ONU 1G-EPON com 1 Porto LAN Gigabit Ethernet	2,7	4	2,3	3,5
ONU 10/1G-EPON com 1 Porto LAN Gigabit Ethernet	4,1	6,2	3,8	5,7
ONU 10/10G-EPON com 1 Porto LAN Gigabit Ethernet	4,6	7,9	4,3	7
ONU XG-PON com 1 Porto LAN Gigabit Ethernet	4,1	6,5	3,8	6

ii. Periféricos alimentados por Universal Serial Bus (USB)

Na tabela 29 são apresentados os valores objetivo, - o nível 1 e nível 2 - da potência total dos Equipamentos Periféricos alimentados por USB (placas USB).

Tabela 29. Potência total dos Equipamentos Periféricos alimentados por USB (placas USB)

Objetivo para a Potencia Total dos periféricos alimentados por USB (placas USB)	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	<i>CPE- Estado Inativo (W)</i>	<i>CPE- Estado On (W)</i>	<i>CPE- Estado Inativo (W)</i>	<i>CPE- Estado On (W)</i>
3G/4G	0,7	2,45	0,5	1,7
DECT	0,6	0,8	0,4	0,6
DECT GAP	NA	NA	0,4	1,3
DECT Cat-iq	NA	NA	0,4	1,3
DECT ULE	NA	NA	0,4	0,6
Wi-Fi interface simples IEEE 802.11b/g ou 1x1 IEEE 802.11n radio6	0,8	2	0,8	2
ZigBee	0,1	0,5	0,1	0,4
Z-Wave	NA	NA	0,1	0,4
IEC 14543-310 (“EnOcean”)	NA	NA	0,1	0,4

iii. Equipamentos de Infraestrutura de Rede Doméstica (*Home Network Infrastructure Devices*) (HND)

Na tabela 30 são apresentados os valores objetivo, - o nível 1 e nível 2 - da potência total, para os Equipamentos de Infraestrutura de Rede Doméstica.

Tabela 30. Valores objetivo, da potência para os Equipamentos de Infraestrutura de Rede Doméstica

Equipamentos de Infraestrutura de Rede Doméstica <i>Home Network Infrastructure Devices (HND)</i>	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	<i>Estado Inativo (W)</i>	<i>Estado On (W)</i>	<i>Estado Inativo (W)</i>	<i>Estado On (W)</i>
Ponto de Acesso Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11g ou 11a	2,3	3,6	2,2	3,4
Ponto de Acesso Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11n ou 11ac radio	3,5	5	2,3	3,9
Ponto de Acesso Wi-Fi, banda simples IEEE 802.11n ou 11ac radio com up to 23 dBm EIRP	NA	NA	2,3	4,9
Adaptador LAN Gigabit Ethernet Optical Cconversor Fibra ou Adpatador POF)	3,5	3,5	3,2	3,2
Adaptador LAN Gigabit Ethernet Optical Conversor Fibra ou Adaptador POF) up to 200 Mbit/s	NA	NA	1,5	1,5
Adaptador LAN MoCA	NA	NA	4	4
Adaptador LAN ZigBee	NA	NA	0,25	0,4
Adaptador LAN Z-Wavwe				
Adaptador LAN IEC 14543-310 (“EnOcean”)	NA	NA	0,25	0,4
Adaptador <i>Powerline</i> - Alta Velocidade para Redes de Banda Larga Doméstica (abaixo da banda 30MHz)	3,5	4,5	3	4
Adaptador <i>Powerline</i> - Alta Velocidade para Redes de Banda Larga Doméstica (banda entre 30MHz-68Mhz)	4,5	4,5	3,5	4
PowerLine - Baixa Velocidade para pequenas aplicações de controlo.	NA	NA	0,8	1,5
Adaptador HPNA LAN	NA	NA	3,5	4
Pequenos Hub e Switches Ethernet da camada Fast 2 não-gerenciável 4 portos sem CPU (sem VPN ou VoIP)	1,6	2	1,4	2
Pequenos Hub e Switches Ethernet da camada Gigabit 2 não-gerenciável 4 portos sem CPU (sem VPN ou VoIP)	1,8	3,6	1,5	2,8

iv. Outros Equipamentos de Rede Doméstica

Na Tabela 31 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - da potência total para Outros Equipamentos de Rede Doméstica.

Tabela 31. Valores objetivo da potência total, para Outros Equipamentos de Rede Doméstica

Objetivo para a Potencia de Equipamentos de Rede domésticos	Nível 2011-2012		Nível 2013-2014	
	<i>Estado Inativo (W)</i>	<i>Estado On (W)</i>	<i>Estado Inativo (W)</i>	<i>Estado On (W)</i>
Gateways ATA/VoIP	1,5	2,2	1,3	2,1
Telefone VoIP	3,0	3,7	2,7	3,5
Telefone VoIP com funções Switching Gigabit Ethernet	4,2	4,5	3,9	4,3
Impressoras (com Wi-Fi)	2,0	4,0	1,8	3,6

3.9.5.2. EQUIPAMENTOS DE REDE

Os objetivos a alcançar para o consumo de energia elétrica por porto, devem ter em consideração:

- No caso de sistemas diretamente ligados à rede elétrica, todos os valores de energia devem ser medidos na interface de potência do porto de interface, conforme descrito na norma ETSI ES 203215 ou na entrada AC. Para sistemas diretamente ligados à rede elétrica, os limites de potência estabelecidos na Tabela 32 à Tabela 42, será aumentado em 10%.
- Os valores objetivo indicados aplicam-se quando os equipamentos estão a operar apenas no seu estado para que foram projetados.

i. Equipamento de Rede de Banda Larga DSL

Na tabela 32 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - da potência total para os Equipamentos xDSL no Estado de Plena Carga.

Tabela 32. Valores objetivo da potência total, para os Equipamentos xDSL no Estado de Plena Carga

Objetivo para a Potencia de Equipamentos xDSL no Estado de Plena Carga	Nível 2011-2012	Nível 2013-2014
	<i>Estado Plena Carga (W)</i>	
ADSL 2 Plus (inclui ADSL e ADSL2 e com Potencia de Transmissão de 19,8 dBm)	1,2	1,1
VDSL 2 (perfil 8b) com Potencia de Transmissão de 19,8 dBm)	1,8	1,6
VDSL 2 (perfil 12a e 17a) com Potencia de Transmissão de 14,5 dBm)	1,6	1,5
VDSL 2 (perfil 30a) com Potencia de Transmissão de 14,5 dBm)	2,0	1,7

Os valores especificados na tabela 32 aplicam-se apenas quando o Equipamento *Digital Subscriber Line Access Multiplexer* (DSLAM) está equipado na configuração máxima, com mais de cem portas.

Para Equipamento DSLAM até 100 portas (e com a configuração máxima) podem ser adicionados aos valores acima mencionados, 0,3 W por lacete, com um valor mínimo de 10 W para todo o DSLAM.

A provisão adicional para a interface *uplink* (aplicável para todos os estados de energia: Plena Carga, Baixa Carga, e Standby) é:

- 4,5 W por equipamentos de interface para cada PtP 1000Mbit / s;
- 9,0 W por equipamentos de interface para cada PtP 10 Gbit / s;
- 6,0 W por equipamento para cada interface PON (GPON);
- 5,0 W por equipamento para cada interface PON (EPON-1G);
- 7,5 W por equipamento para cada interface PON (10 / 1G-EPON);

- 9,0 W por equipamento para cada interface PON (10 / 10G-EPON)

Na Tabela 33 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - da potência total para Portos xDSL no Estado Baixa Carga.

Tabela 33. Valores objetivo da potência total, para Portos xDSL no Estado Baixa Carga

Objetivo para a Potencia de Equipamentos xDSL no Estado de Baixa Carga	Nível 2011-2012	Nível 2013-2014
	<i>Estado Baixa Carga (W)</i>	
ADSL 2 Plus (inclui ADSL2)	0,8	0,7
VDSL 2	1,2	1,0

Na Tabela 34 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - , da potência total para Portos xDSL no *Estado Standby*.

Tabela 34. Valores objetivo da potência total, para Portos xDSL no Estado Standby

Objetivo para a Potencia de Equipamentos xDSL no Estado <i>Standby</i>	Nível 2011-2012	Nível 2013-2014
	<i>Estado Standby (W)</i>	
ADSL 2 Plus (inclui ADSL e ADSL2)	0,4	0,3
VDSL 2	0,6	0,5

ii. Híbrido DSL / Equipamentos de Rede de Banda Estreita

Os objetivos a alcançar para o consumo de energia elétrica para a implementação de interface *Plain Old Telephone Service* (POTS) num *Multi Service Access Node* (MSAN) estão definidos na Tabela 35.

Os valores definidos aplicam-se em Condições de Teste, onde o comprimento assumido para o lacete corresponde a uma Impedância Equivalente de Lacete de 510 Ohm (inclui a resistência CPE).

Na Tabela 35 são apresentados os valores objetivo,- o nível 1 e nível 2 - da potência total para Portos POTS/MANS em função da corrente na linha (lacete).

Tabela 35. Valores objetivo, para o nível 1 e nível 2, da potência total para Portos POTS/MSAN

Objetivo para a Potencia por Porto POTS/MSAN	Nível 2011-2012				Nível 2013-2014			
	<i>Estado do Porto (Corrente de Linha) (W)</i>				<i>Estado do Porto (Corrente de Linha) (W)</i>			
Estado do Porto	40mA	32mA	25mA	20mA	40mA	32mA	25mA	20mA
Sem Aprovisionamento POTS 10.11	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Aprovisionamento POTS, microtelefone no descanso 10.12	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Aprovisionamento POTS, microtelefone fora do descanso 10	3,0	2,3	2,0	1,9	2,6	1,9	1,6	1,5

Os valores especificados na tabela 35 aplicam-se apenas quando o Equipamento Multi Service Access Node está equipado na configuração máxima, com mais de cem portos.

Para Equipamento MASN até 100 portos (e com a configuração máxima) podem ser adicionados aos valores acima mencionados, 0,3 W por lacete, com um valor mínimo de 10 W para todo o MASN.

Assume-se ainda que a energia consumida pela funcionalidade MSAN é comum tanto na Banda Larga como na banda POTS e é dividido de forma adequada entre as duas funções.

A provisão adicional para a interface *uplink* é:

- 4,5 W por equipamentos de interface para cada PtP 1000Mbit / s;
- 9,0 W por equipamentos de interface para cada PtP 10 Gbit / s;
- 6,0 W por equipamento para cada interface PON (GPON);

- 5,0 W por equipamento para cada interface PON (EPON-1G);
 - 7,5 W por equipamento para cada interface PON (10 / 1G-EPON);
 - 9,0 W por equipamento para cada interface PON (10 / 10G-EPON)
- iii. Equipamentos Terminais Óticos de Linha (*Optical Line Terminations*) (OLT) para Redes Óticas Passivas, Passive Optical Networks (PON) e Point to Point (PtP)

Na Tabela 36, são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - da potência total, para portos PON, para Terminal Ótico de Linha.

Tabela 36. Valores objetivo da potência total para Terminal de Linha Ótico, para Portos PON

Objetivo de Potencia da Terminação de Linha Ótica para Portos PON (W)	≤ 32 Portos PON				> 32 Portos PON	
	Nível	Nível	Nível	Nível	Nível	Nível
	2011	2012	2013	2014	2013	2014
GPON (2,5G/1G)						
OLT (GPON, totalmente equipada com configuração padrão camada-2 (<i>Ethernet</i>) implementada, incluindo funcionalidades de agregação Multicast)	11	11	8,8	8,1	8,3	7,7
OLT (GPON, totalmente equipada com configuração máxima implementada e também funcionalidades na camada IP, como roteamento, MPLS e IP QoS), ou a mais avançada funcionalidade de Camada 2 (QOS, modulação, controlo) XG-PON1 (10G / 2.5G)).	12	12	9,3	8,5	8,7	8
XG-PON1 (10G/2.5G)						
OLT (XG-GPON1 10G / 2,5G, totalmente equipada com configuração de execução de máximo padrão (<i>Ethernet</i>), incluindo funcionalidades de agregação Multicast Camada 2).	18	15	15	NA	14	NA
OLT (XG-GPON1 10G / 2,5G, totalmente equipada com configuração de execução máxima e também funcionalidades da camada IP, como roteamento, MPLS e QoS IP, ou a mais avançada funcionalidade de Camada 2 (QOS, modulação, controlo)).	19	16	16	NA	15	NA

Adicional por funcionalidade de porto para 10G GPON e 10G EPON OLT, com componente de processamento de tráfego independente (não incorporado em PON MAC) em cada carta de linha, implementação da Camada 3 funcionalidades do Edge Router (pelo menos IP / MPLS encaminhamento e interface e controlo baseado na hierarquia QoS (H-QoS)), com capacidade de evolução de expansão e adicionando novas funcionalidades atualmente em discussão, e funções de processamento de tráfego variáveis e / ou requisitos específicos de personalização do de mercado.	9	9	7	NA	7	NA
EPON (1G/1G)						
OLT (1G-EPON, totalmente equipada com configuração padrão da Camada 2 (Ethernet) implementada, incluindo funcionalidades de agregação <i>Multicast</i>).	9	7	8,1	NA	7,7	NA
OLT (1G-EPON, totalmente equipada com configuração de execução máxima e também funcionalidades da camada IP, como roteamento, MPLS e QoS IP, ou a mais avançada funcionalidade de Camada 2 (QoS, modulação, controlo)).	10	8	8,8	NA	8,1	NA
10G/1G EPON						
OLT (10/1G-EPON, totalmente equipada com configuração padrão Camada 2 (<i>Ethernet</i>) implementada, incluindo funcionalidades de agregação <i>Multicast</i>)	18	15	18,3	17,5	15,3	14,6
OLT (10/1G-EPON, totalmente equipada com configuração de execução máxima e também funcionalidades da camada IP, como roteamento, MPLS e QoS IP, ou a mais avançada funcionalidade de Camada 2 (QoS, modulação, controlo))	19	16	19,3	18,8	15,9	15,4
Adicional por funcionalidade de porto para 10G GPON e 10G EPON OLT, com componente de processamento de tráfego independente (não incorporado em PON MAC) em cada carta de linha, implementação da Camada 3 funcionalidades do Edge Router (pelo menos IP / MPLS encaminhamento e interface e controlo baseado na hierarquia QoS (H-QoS)), com capacidade de evolução de expansão e adicionando novas funcionalidades atualmente em discussão, e funções de processamento de tráfego variáveis e / ou requisitos específicos de personalização do de mercado.	9	9	7	7	7	7
10G/10G EPON						
OLT (10/10G-EPON, totalmente equipada com configuração padrão Camada 2 (Ethernet) implementada, incluindo	19	16	19,5	18,8	16,9	16,2

funcionalidades de agregação <i>Multicast</i>).						
OLT (10/10G-EPON, totalmente equipada com configuração de execução máxima e também funcionalidades da camada IP, como roteamento, MPLS e QoS IP, ou a mais avançada funcionalidade de Camada 2 (QoS, modulação, controlo)).	20	17	20,5	20	17,4	16,7
Adicional por funcionalidade de porto para 10G GPON e 10G EPON OLT, com componente de processamento de tráfego independente (não incorporado em PON MAC) em cada carta de linha, implementação da Camada 3 funcionalidades do <i>Edge Router</i> (pelo menos IP / MPLS encaminhamento e interface e controlo baseado na hierarquia QoS (H-QoS)), com capacidade de evolução de expansão e adicionando novas funcionalidades atualmente em discussão, e funções de processamento de tráfego variáveis e / ou requisitos específicos de personalização do de mercado.	9	9	7	7	7	\

Na Tabela 37, são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - da potência total para Portos PtP, para Terminal de Linha Ótico.

Tabela 37. Valores objetivo da potência total, para Terminal de Linha Ótico para Portos PtP

Objetivo de Potencia da Terminação de Linha Ótica para Portos PtP (W)	Nível 2011	Nível 2012	Nível 2013
PtP (1000Mbps)			
OLT (PtP acima de 1000 Mbit/s, acima de 100 portos, totalmente equipada para máxima configuração)	4,5	4,5	4,5
OLT (PtP acima de 1000 Mbit/s, para 100 e 300 portos, totalmente equipada para máxima configuração)	2,8	2,8	2,7
OLT (PtP acima de 1000 Mbit/s, acima de 300 portos, totalmente equipada para máxima configuração)	2	2	1,9
Adicional por funcionalidade de porto para PtP acima de 1000 Mbit/s, com componente de processamento de tráfego independente (não incorporado em LAN) em cada carta de linha, implementação da Camada 3 funcionalidades do Edge Router (pelo menos IP / MPLS) encaminhamento e interface e controlo baseado na hierarquia QoS (H-QoS)), com capacidade de evolução de expansão e adicionando novas funcionalidades atualmente em discussão, e funções de processamento de tráfego variáveis e / ou requisitos específicos de personalização do de mercado.	38	38	28

PtP 10Gbps			
OLT (PtP de 10 Gbit/s, acima de 12 portos, totalmente equipada para máxima configuração)	0,4	0,4	0,3
OLT (PtP de 10 Gbit/s, entre 12 a 42 portos, totalmente equipada para máxima configuração)	28	28	20
OLT (PtP de 10 Gbit/s, com mais de 42 portos, totalmente equipada para máxima configuração)	18	18	13

Os valores acima são para *OLT's* totalmente equipadas para máxima configuração.

A provisão adicional para a interface *uplink* é:

- 4,5 W por equipamentos de interface para cada PtP 1000Mbit / s;
- 9,0 W por equipamentos de interface para cada PtP 10 Gbit / s;
- 6,0 W por equipamento para cada interface PON (GPON);
- 5,0 W por equipamento para cada interface PON (1G-EPON);
- 7,5 W por equipamento para cada interface PON (10 / 1G-EPON);
- 9,0 W por equipamento para cada interface PON (10 / 10G-EPON)

iv. Equipamentos *Wireless* de Banda Larga

Na Tabela 38 são apresentados os valores objetivo, - nível 1 e nível 2 - da potência total para Equipamentos de Rede *Wi-Fi*.

Tabela 38. Valores objetivo da potência total, para Equipamentos de Rede Wi-Fi

Objetivo de Potencia da Equipamentos de Rede Wi-Fi (W)	Nível 2011-2012	Nível 2013-2014
Pontos de Acesso Wi-Fi (Aplicação Hostpot) 802.11b/g/n ou 802.11b/g/a no Estado ON ou Standby Ativo	10	8

4. ESTUDO DE CASO – HOSPITAL DA PRELADA – PORTO

4.1. ASPETOS GERAIS

O Hospital da Prelada é um estabelecimento de saúde situado na cidade do Porto, propriedade da Santa Casa da Misericórdia do Porto e dotado de serviços de consulta externa (várias especialidades), internamento, cirurgia ambulatório e bloco operatório.

É um edifício dotado de instalações técnicas que permitem assegurar, entre outros (serviços de saúde), serviços de telecomunicações e de tecnologias de informação e comunicação a um número médio diário de 2500 clientes (doentes, internados, visitas e outros utentes) e a cerca de 500 colaboradores associados à prestação de serviços médicos e de apoio, que funciona 24 horas por dia, 7 dias por semana.

Em termos construtivos e dimensionamento o edifício é caracterizado, por:

- i. A área coberta (aproximada) do edifício é de 35.000 m²;
- ii. Um bloco principal com 12 pisos e 2 blocos de serviços com 2 pisos;
- iii. Seis salas de estar, seis salas de espera e outros compartimentos de serviços de medicina, apoio técnico e administrativo;
- iv. Cento e vinte espaços de internamento divididos por salas de Enfermarias (ENF) e Quartos Particulares (QP).

A sua comunidade de utilizadores de Serviços de Telecomunicações (redes móvel e fixa) e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) é formada por:

- i. Técnicos de saúde (especialistas, médicos, enfermeiros, e outros técnicos de saúde);
- ii. Técnicos associados ao fornecimento de vários serviços funcionais (gestão administrativa, logística, serviços técnicos de apoio, e outros serviços auxiliares);

- iii. Clientes³¹ Utentes (doentes internados, doentes de ambulatório, consulta externa, visitas e outros utilizadores do espaço do edifício hospitalar).

Para que todos os membros da comunidade de utilizadores se mantenham ligados em rede e à rede, necessitam de serviços de telecomunicações e de tecnologias de informação de comunicação (TIC) que variam em tipo e quantidade, em função da especificidade e do motivo que os levam a visitar e/ou permanecer no edifício. Em consequência, o tempo, o tipo de equipamento, e os serviços utilizados, das redes de telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicações (TIC) por cada um dos utentes, contribuem para o consumo de energia elétrica de todo o edifício hospitalar.

4.2. CARATERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES

O edifício da unidade hospitalar é organizado em Áreas Funcionais (e.g. Área de Prestação de Cuidados) sendo cada uma delas subdividida em Espaços Funcionais (e.g. Ortopedia) que são agrupados da seguinte forma:

- i. Áreas assistenciais (Ambulatório, Cirurgia, Internamento, Cuidados Intensivos e Especiais);
- ii. Áreas de suporte clínico (Farmácia e Esterilização);
- iii. Áreas de apoio geral (Suporte ao Médico, Áreas de pessoal, Gestão de Utentes, Serviços Gerais e Administração);

Cada Área Funcional subdivide-se em Espaços Funcionais definidos tendo em consideração: (1) a sua função; (2) a capacidade dimensional; (3) a sua organização; (4) as principais relações de proximidade; (5) os circuitos de utentes, visitas/acompanhantes, profissionais e materiais (e, em alguns casos, de amostras);e, (6) a lista de compartimentos que o compõe.

³¹ Designação dada atualmente aos “utentes” dos serviços de saúde

4.3. CARATERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS PRESTADOS

Os serviços prestados pelo Hospital da Prelada estão operacionalizados e divididos da forma seguinte:

- i. Área de Prestação de Cuidados
 - a. Anestesia;
 - b. Bloco Operatório;
 - c. Cirurgia Plástica, Reconstructiva e Estética;
 - d. Medicina Física e Reabilitação;
 - e. Medicina Interna;
 - f. Ortopedia;
 - g. Unidade de Cuidados Intensivos/Queimados;
 - h. Urologia;
 - i. Oftalmologia;
 - j. Cirurgia de Ambulatório;
 - k. Cardiologia;
 - l. Consulta Externa;
 - m. Endoscopia;
 - n. Imunohemoterapia;
 - o. Laboratório de Análises;
 - p. Patologia Clínica;
 - q. Serviço de Resistência.

- ii. Área de Suporte à Prestação de Cuidados
 - a. Serviços Farmacêuticos;
 - b. Gabinete de Psicologia;
 - c. Gabinete de Nutrição;
 - d. Serviço Social;
 - e. Alimentação e Dietética;
 - f. Serviço de Esterilização.
 - g. Área de Gestão e Logística
 - h. Área de Aprovisionamento;
 - i. Serviços de Gestão de doentes;
 - j. Serviço de Instalações e Equipamentos;
 - k. Serviços de Recursos Humanos;
 - l. Serviços de Tecnologias de Informação;
 - m. Serviços Gerais;
 - n. Gabinete de Auditoria Clínica e Qualidade;
 - o. Gabinete de Comunicação e Marketing;
 - p. Gabinete de Higiene e segurança;
 - q. Gabinete de apoio Jurídico e Contencioso;
 - r. Gabinete de Planeamento Financeiro e Apoio à Gestão

Em cada um dos serviços acima referenciados, as telecomunicações e as tecnologias de informação e comunicação são utilizados de forma diferenciada: em termos de débito, largura de banda, tempo de utilização e, tipo de equipamentos ativos e passivos utilizados. Em função da especificidade de cada serviço, do tipo de equipamento utilizado e do perfil do utilizador, corresponde um consumo diferenciado de energia elétrica.

O número médio diário de utilizadores do edifício (profissionais de saúde, administrativos e auxiliares, manutenção, segurança, doentes acamados, doentes de consulta externa, diagnóstico, outras visitas, etc.) é de 3000. Este valor é importante para se fazer uma estimativa do tempo de utilização das telecomunicações e das tecnologias de informação por todos os utilizadores do edifício. Ajudará a perceber, por exemplo, quantas e durante quanto tempo são as fontes externa de alimentação de telemóveis, *tablets*, Computadores Pessoais (PC) portáteis, entre outros equipamentos de entretenimento, estão ligadas à rede de energia elétrica do hospital, enquanto os seus proprietários permanecem nas instalações do hospital.

4.4. SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES

As redes de telecomunicações e as tecnologias de comunicação e informação são considerados componentes estratégicos no edifício hospitalar, contribuindo para a modernização dos serviços de saúde prestados ao cidadão, mantendo um enfoque contínuo na melhoria da qualidade e na melhor resposta possível às necessidades e solicitações.

Por um lado, porque, ao fazer o melhor uso possível das capacidades da rede de telecomunicações e das TIC e uma boa utilização das tecnologias associadas, está a prestar-se ao utente cuidados de saúde integrados e de qualidade, potenciados pelas mesmas, ou seja:

- i. Melhor focalização no utente;
- ii. Uma melhor integração dos vários sistemas;
- iii. Informação ligada ao processo assistencial;

- iv. Suporte à igualdade de acesso, continuidade e qualidade dos serviços;
- v. Garantia de segurança e confidencialidade;
- vi. Informação partilhada pelos vários recursos assistenciais;
- vii. Sistemas que facilitem a proteção.

E, por outro lado, porque sendo o hospital uma organização baseada no conhecimento, uma boa infraestrutura digital, acessível, segura e com boa capacidade de transmissão é uma forma de potenciar a comunicação e partilha do conhecimento.

Para que o sistema de comunicações e partilha de conhecimento funcionem como um todo, as características funcionais do hospital são dotadas de infraestruturas de informação e de comunicação que saem dos limites internos, através de ligações em rede com outras instituições, assim como com os utentes. As infraestruturas são dotadas da indispensável garantia de segurança da informação e de um funcionamento fiável.

Por forma a assegurarem a toda a comunidade de utilizadores do edifício hospitalar, a possibilidade de estarem ligados em rede e à rede, os serviços de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicação do edifício, são caracterizadas da forma seguinte:

- i. Serviços Telefónicos de Rede Fixa e Rede Móvel;
- ii. Serviços de Dados de Rede Fixa e Rede Móvel;
- iii. Serviços de Difusão de Som, TV e Vídeo;
- iv. Serviços de Televisão Digital;
- v. Serviços de Sinalização e Intercomunicação;
- vi. Serviços de Informação Horária;
- vii. Serviços de Procura de Pessoas;
- viii. Serviços de Radiocomunicações.

4.5. REDE DE TELECOMUNICAÇÕES

4.5.1. ASPETOS GERAIS

A rede de telecomunicações do edifício hospitalar e as tecnologias de informação e comunicação associadas, são divididas em várias componentes que a seguir se descrevem e detalham.

4.5.2. INFRAESTRUTURAS DE REDES FIXAS DE TELECOMUNICAÇÕES E DAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES (TIC)

As infraestruturas das redes de telecomunicações e TIC são subdivididas em:

i. Rede de Acesso (ao exterior) de Telecomunicações

A Rede de Acesso de Telecomunicações é caracterizada por ser multioperador (pelo menos 3 operadores) e utiliza várias tecnologias, nomeadamente:

a. Em Cabo de Par de Cobre;

Esta rede faz a provisão de serviços de telecomunicações da rede fixa, com 9 circuitos de Acesso Analógico, 4 circuitos de Acesso Primário de Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS), 6 circuitos analógicos destinados a Postos Públicos Taxável, 5 circuitos analógicos de Lacete Completo, 1 circuito Digital Não Identificado (acesso confidencial), 2 circuitos Terminais de Linha *Symmetric High-Speed Digital Subscriber* (SHDSL) e 1 circuito I04. A utilização deste tipo de tecnologia só viável atendendo à reduzida distância (lacete curto³²) entre as instalações do fornecedor de serviços (Central do Carvalhido da PT Portugal) e o ponto de acesso.

b. Em Cabo Coaxial;

³² Anexo ensaio de um lacete

Esta rede aprovisiona o edifício de serviços de televisão por cabo, que é distribuído pelos vários locais do hospital como as Enfermarias (ENF) Quartos Particulares (QP), Refeitórios e Salas de Estar (REF), salas de espera e alguns gabinetes.

c. Em cabos de Fibras Óticas

Existem dois acessos em Cabo de Fibras Óticas. De operadores diferentes, um fornece serviços de telecomunicações a uma empresa instalado no edifício hospitalar mas que não pertence ao Hospital da Prelada, e o outro os serviços de Televisão Digital utilizando o Protocolo Internet (IPTV).

ii. Rede Estruturada para Voz e Dados;

Esta rede é constituída pelas infraestruturas de suporte físico – horizontal e vertical -, sistema de cablagem genérico em cobre para voz, dados e imagem, respetivo equipamento passivo e ativo, e ligações à rede pública, satisfazendo as seguintes condições gerais:

- a. Estrutura em estrela hierarquizada constituída por uma rede primária interligando bastidores de distribuição.
- b. Rede de interligação dos bastidores de distribuição com tomadas de telecomunicação ou informática;
- c. Rede de cabos e respetivos elementos terminal;
- d. Tomada dupla em zonas de utilização de equipamentos telefónico ou de informática. Incluem-se nestas zonas as enfermarias até três camas, quartos, salas de operações e compartimentos similares (uma tomada dupla por cada um destes compartimentos).
- e. O sistema engloba todo o equipamento passivo e ativo da rede de dados, voz e imagem (designadamente, cabos, tomadas, bastidores, “chicotes” e painéis de ligação nos bastidores, switch, router).

iii. Sinalização e Intercomunicação;

A rede de sinalização é constituída pelos sistemas que permitam ao utente em internamento ou em exame, em qualquer dos locais em que se encontre, efetuar uma chamada de auxílio do pessoal da unidade hospitalar. Os componentes de chamada dos sistemas estão localizados de forma a serem facilmente acedidos pelo utente.

No sistema de sinalização é considerada a possibilidade de funcionar como chamada de auxílio por parte do pessoal em serviço.

A intercomunicação é considerada como complemento associado do sistema de chamada e garante os seguintes sistemas de sinalização e intercomunicação:

- a. Sinalização de chamada de doentes designadamente em zonas de consultas, exames, análises, tratamentos, através de indicador numérico de senha de chamada com emissão de sinal acústico, associado a sistema de intercomunicação para contacto prévio por fonia;
- b. Sinalização de “entre-espere-ocupado” nos gabinetes da direção;
- c. Sistema de sinalização de sala “limpa - suja - ocupada” nas salas de operações similares;
- d. Sinalização específica e adequada na radiologia;
- e. Sinalização de emergência nas instalações sanitárias de deficientes;
- f. Sistema integrado de sinalização de chamada de pessoal de enfermagem ou auxiliar pelo doente, nas zonas de internamento, associado a sistema de intercomunicação para contacto prévio por fonia;
- g. Sistema de sinalização de chamada de pessoal de enfermagem ou auxiliar sem intercomunicação associada nas zonas de consultas e tratamentos com posto centralizado de enfermeira;
- h. Sistema de intercomunicação entre zonas de acesso restrito (Bloco Operatório, Cirurgia Ambulatória, Unidade de Cuidados Intensivos, e outros em que a funcionalidade o recomende) e o respetivo corredor de acesso;

- i. Sistema de intercomunicação para chamada de doentes onde a chamada por sinalização numérica seja ineficaz;
 - j. Sistema de intercomunicação na zona da Imagiologia.
- iv. Sistema de Difusão de Som, Televisão (TV) e Vídeo;

Nas zonas em que permanecem utentes, acamados ou em ambulatório - enfermarias, quartos, salas de estar, salas de espera - está instalado um sistema de difusão de som, TV e vídeo.

Os aparelhos de TV estão montados em consola de parede, com comando à distância que apenas pode ser utilizado pelos enfermeiros ou pessoal auxiliar.

A central de som está concebida para possibilitar a difusão de três programas de entretenimento e de um programa de informações ou avisos.

O edifício dispõe de antenas de receção de estações de TV - receção dos quatro canais de TV nacionais difundidos em pelo sistema de Televisão Digital Terrestre (TDT) -, e uma antena parabólica para canais de satélite que está fora de serviço. A receção por antenas de TV foi substituída por serviços IPTV fornecidos em cabo de fibras óticas por um Prestador de Serviços. A rede interna está preparada para a difusão de canais de TV por cabo coaxial de um canal de vídeo produzido internamente para formação de técnicos e informação e sensibilização de utentes.

- v. Sistema de Informação Horária;

Existe um sistema de informação horária cobrindo todo o conjunto hospitalar, constituído por relógio mestre de elevada precisão, controlando relógios secundários distribuídos.

- vi. Sistema de Procura de Pessoas;

É um sistema de procura de pessoas, do tipo convencional, com emissão de sinal acústico e mensagens escritas, ou, preferencialmente, um sistema integrando telefones sem fios, de pequenas dimensões, operando na tecnologia *Global System for Mobile*

(GSM), *Digital Enhanced Cordless Telecommunications* (DECT) ou *Internet Protocol* (IP), com ligação à central telefónica ou sistema de voz do hospital.

vii. Radiocomunicações (infraestrutura).

Uma infraestrutura (rede de tubagem e pontos de alimentação de energia elétrica) para um sistema de radiocomunicações a instalar posteriormente pelo Instituto Nacional de Emergência Médica (INEM).

Complementarmente, com centralização e registo de informação, existe um sistema de *Closed-Circuit Television* (CCTV) com suficiente cobertura das zonas de acesso do público.

A abertura indevida de portas de emergência é sinalizada na sala de segurança. Existe um sistema eletrónico que minimiza o risco de rapto de crianças e evitam a troca de recém-nascidos.

4.5.3. EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES (TIC)

Como abordado nas secções anteriores, é nos equipamentos de rede e nos equipamentos terminais de telecomunicações bem como nos equipamentos associados às tecnologias de informação e comunicação que centraremos a nossa análise de eficiência energética. Embora as fontes externas de alimentação não sejam propriamente elementos de uma rede de telecomunicações, pelo facto de serem um dos elementos indispensável ao funcionamento de todo o sistema, serão também analisados, particularmente as unidades Fontes de Alimentação Ininterrupta (UPS).

4.5.4. EQUIPAMENTOS TERMINAIS DE LINHA DOS OPERADORES

Na sala de transmissão do edifício estão instalados os seguintes equipamentos terminais de linha, dos vários operadores:

i. Sala da Central Telefónica

- a. Dois Pontos de Distribuição de cabo de Par de Cobre (PD);
- b. Dois Pontos de Distribuição de cabo de Fibra Ótica (PDO);
- c. Dois Equipamentos Terminais de Linha Symmetric High-Speed Digital Subscriber (SHDSL);
- d. Dois Equipamentos Terminais de Linha Integrated Digital Service Network (ISDN);
- e. Seis Terminais de Lacetes Analógicos em Par de Cobre, para Posto Público Taxável, e nove para utilização confidencial.

De acordo com o exposto na secção 2.2.1, verifica-se neste caso, que os serviços de telecomunicações são prestados através de um sistema complexo de redes e serviços formado por vários operadores. Por esse fato, e sempre com a justificação de manutenção da garantia de confidencialidade entre as partes, a tarefa de recolha destes dados foi muito dificultada. No entanto, após vários contactos com os atuais três Prestadores de Serviços e com a recolha de dados efetuada no local, a informação conseguida apresenta um grau razoável de confiança.

Outra verificação no caso em estudo, que foi abordado ao longo das secções 3.3.2 e 3.3.3. e considerada relevante, é a de estarmos perante um caso concreto em que está a ser feita “a ponte” entre as redes existentes de telecomunicações em cabo de par de cobre ou cabo coaxial, e as redes em fibras óticas. Os operadores dos serviços de telecomunicações, particularmente os que não têm rede própria, estão a explorar todas as potencialidades das redes em par de cobre, utilizando as tecnologias xDSL. Estamos na presença de circuitos de par de cobre que suportam a tecnologia Symmetric High-Speed Digital Subscriber (SHDSL) e fornecem serviços de banda larga.

Acontece que a propriedade do cabo de pares de cobre é de um Operador e os serviços de telecomunicações são prestados por um Operador diferente. Isto só é possível devido à liberação do setor que ocorreu no início deste século que permite a Oferta de Lacete Local (OLL) que, em si mesmo, consubstancia uma forma de eficiência energética.

Na verdade, como já referido, uma infraestrutura de rede totalmente em fibra requer investimentos elevados – particularmente quando são necessárias obras de construção civil na infraestrutura –, e um tempo considerável para concretizar a sua instalação. O tempo de resposta das autoridades às solicitações de utilização do subsolo, tem sido um constrangimento a considerar, que só ultimamente começa a diminuir devido à intervenção das autoridades reguladoras.

No caso presente, verifica-se que um dos operadores (o incumbente) usou do privilégio de ser detentor da rede básica de telecomunicações, e tem os “seus” serviços de telecomunicações que presta ao edifício hospitalar, suportados em cabo de fibra ótica.

São as leis do mercado a funcionar.

Na figura 39 é apresentado o resultado do ensaio feito ao lacete de um dos circuitos de acesso xDSL. Na imagem estão salientados a Área de Central que fornece os circuitos ao edifício hospitalar e o comprimento do lacete que é de 542 metros.

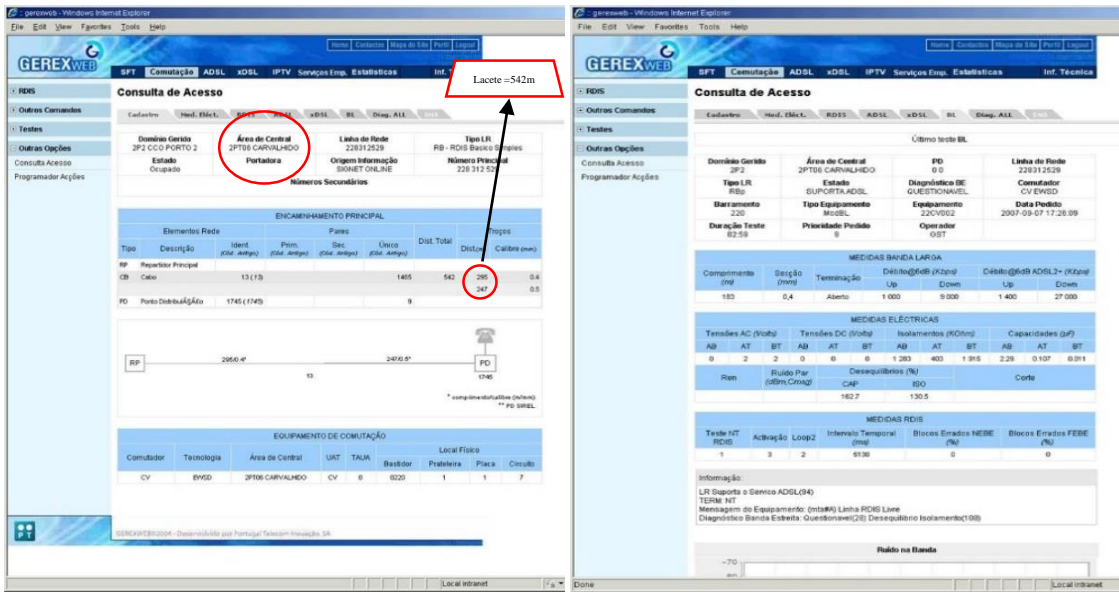


Figura 39. Ensaio do lacete xDSL que serve o edifício hospitalar, caraterísticas eléctricas

Na figura 40 são apresentados os resultados dos ensaios de débito do mesmo circuito. Na imagem estão salientados os valores dos débitos que validam a exposição da secção 3.3.2. e estão em conformidade com os valores referidos na figura 34.

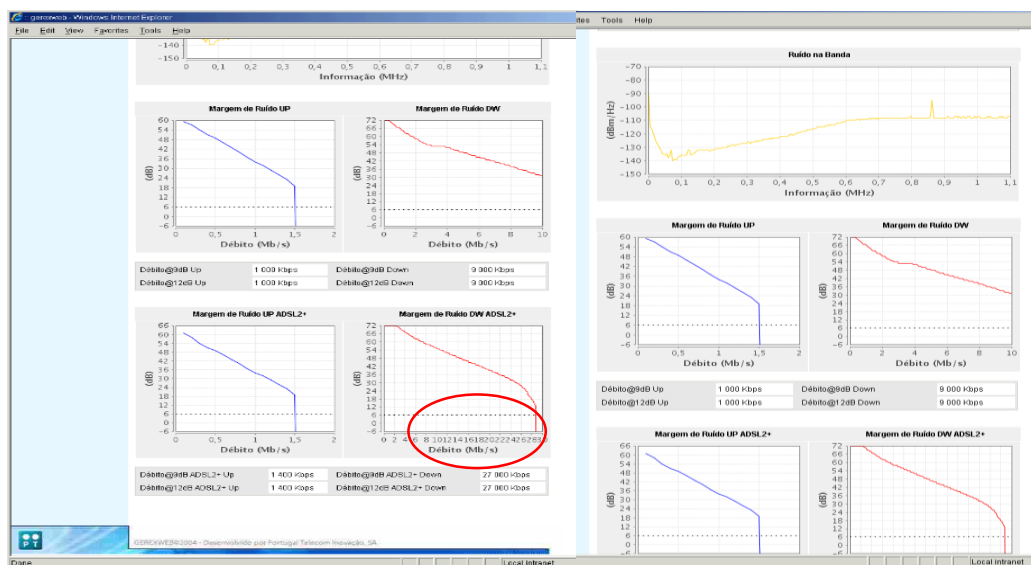


Figura 40. Ensaio do lacete xDSL que serve o edifício hospitalar, características de transmissão

Esta informação foi prestada gentilmente pela PT Portugal, é reservada, e só pode ser usada para fins académicos.

ii. Sala do *Data Center*

Existe instalado um equipamento terminal de rede ótica (ONT) do Prestador de Serviços PT Prime que provisiona o edifício de serviços de televisão digital.

Esta informação é reservada e só pode ser usada para fins académicos.

4.5.5. DATA CENTER

O *Data Center*, core da *Local Area Network* (LAN), está instalado em sala própria em compartimento isolado, seguro e protegido (coração da rede e dos serviços).

Como referido ao longo desta dissertação, este é o local onde se concentram os equipamentos das tecnologias de informação e telecomunicações (TIC) maiores consumidores de energia elétrica. Por razões de confidencialidade, não nos foi fornecida a quantidade e tipos de equipamentos instalados. Seria relevante para esta tese ter obtido resposta às várias solicitações que fizemos aos responsáveis técnicos pela operacionalidade do edifício hospitalar; porque estão em funcionamento 24 horas por

dia e 7 dias por semana; porque são em grande quantidade e com características diversas; porque, cada vez mais, processam mais sinais. Em síntese, consomem muita energia para operarem, e, ao fazê-lo, libertam muito calor que é necessário dissipar.

Não foi possível fazer, in loco, o levantamento dos equipamentos instalados. Por forma a ultrapassar este constrangimento, e podermos fazer um exercício de análise comparativa, tendo em consideração as boas práticas e as recomendações das várias entidades reguladoras do setor, procurou recolher-se informação de instalações idênticas. Conseguiu-se acesso à informação dos equipamentos instalados nos hospitais de S. João (Porto), Terras Quentes (Mirandela) e Padre Américo (Vale do Sousa) e, com a ajuda de um especialista (ex-aluno ISEP), foi feita a estimativa dos equipamentos instalados no *Data Center* e noutros pontos da rede do edifício do Hospital da Prelada.

No entanto, e na sequência do que tem sido referido ao longo desta tese, tem havido uma evolução muito significativa nestes equipamentos; não conhecendo marcas, modelos e anos de fabrico, a informação conseguida não tem qualquer relevância para um estudo de eficiência energética. Fica, no entanto, referida a estimativa:

i. Bastidores

- a. Dez Bastidores (necessários nos vários espaços do Hospital, dependendo do número de postos de trabalho, da distância do bastidor ao local mais desfavorável);
- b. Quarenta e dois nós de servidores e dois de *switch* (grandes) de *core*, modulares com vários módulos de portas de cobre (porque têm muitos servidores) e portas de *Small Form-Factor Pluggable* (SFP) de Fibra Ótica para ligação aos *switches* de distribuição.
- c. Vinte portas SFP, para as ligações à distribuição da rede (nível intermédio entre *core* e acesso) e respetivos pilhas de *switch*.
- d. *Switches* de acesso (normalmente várias unidades em pilha com muitas portas de cobre *Fast Ethernet* ou *Gigabit Ethernet*) que servem os utilizadores (último nível) e que têm os terminais (computadores pessoais, impressoras, equipamentos de telemetria, equipamentos de sinalização,

deteção, segurança (videovigilância), rastreamento e identificação de doentes e errantes e mesmo detetores anti rapto por *Wi-Fi*, *Digital Enhanced Cordless Telecommunications*, ou outro.

- ii. Equipamentos Servidores
 - a. Dois *Routers* por operador;
 - b. Dois *Switch Router Core Local Area Network* (LAN);
- i. Equipamentos de Armazenamento (*storage*)

Matriz/Gravação Segurança *Closed-Circuit Television* (CCTV).

- iii. Sistemas de Alimentação Ininterrupta (UPS)

Todo o sistema do *Data Center* é alimentado pela Rede Elétrica de Baixa Tensão tendo com um Sistema de Alimentação Ininterrupta (UPS). Não foi possível proceder ao levantamento das principais características, nomeadamente a Potência Nominal de Entrada AC, a Potência Nominal de saída DC e Autonomia.

4.5.5. UNIDADE DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÕES

A Unidade de Tecnologias de Informação e Comunicações está instalado em instalações próprias e localizada de modo a permitir um bom acesso ao pessoal do Hospital. O serviço integral de segurança tem por objetivo cumprir as atividades necessárias para garantir a segurança e vigilância para os utentes, trabalhadores, visitantes, estudantes e docentes do Hospital.

Por questões de segurança, o acesso a estas instalações é condicionado e não foi possível proceder à inventariação dos equipamentos instalados.

4.5.6. CENTRAL TELEFÓNICA

O acesso à informação das características da central telefónica foi muito difícil de obter. É um equipamento com mais de quinze anos (nos últimos quinze anos o setor das

telecomunicações sofreu imensas evoluções, como referido ao longo desta tese), o seu fabricante já não opera no mercado português e a empresa responsável pela sua manutenção e pelos vários *up grades* e *up dates* que a mesma sofreu ao longo destes anos já mudou três vezes.

A Central Telefónica assegura as comunicações externas e internas do Hospital. Na Central está localizado um terminal de acesso ao sistema de gestão técnica de todo o edifício.

A central é da marca Alcatel, modelo Omni Enterprise PC 4400. Esta central foi instalada há cerca de quinze anos e, desde essa data até aos dias de hoje, tem sido alterada com substituição de módulos mais adequados às necessidades das comunicações atuais. Conseguiu-se a informação de que a mesma tem sofrido vários *up grades* e *up dates* de funcionalidades e, atualmente, comporta várias tecnologias. Efetivamente, não conseguimos os dados porque não existem registos, de uma forma organizada e consultável, relativos aos equipamentos de telecomunicações.

Com a informação obtida do técnico de manutenção do hospital e do técnico telecomunicações da empresa representante do fabricante, fizemos um cruzamento com a obtida do Prestador de Serviços de Telecomunicação e podemos, com um bom grau de certeza, contabilizar os equipamentos associados às telecomunicações fixas de voz.

A central é ligada à rede pública de telecomunicações através de dois acessos primários de Rede Digital com Integração de Serviços (RDIS) de 2 Mbit/s permitindo-lhe sessenta (30+30) canais digitais com marcação interna direta (DDI). Tem também dois acessos básicos RDIS com quatro (2+2) canais para ligações à rede exterior de telecomunicações móveis. Há cinco ligações permanentes em *Internet Protocol* a um edifício da Santa Casa da Misericórdia do Porto situado em V.N. de Gaia.

A central tem seiscentas e oito ligações de extensão interna analógicas e sessenta e quatro ligações de extensão interna digitais.

Fazem parte da central três consolas de operadora da mesma marca da central e modelo 4049, instaladas em locais de operação e atendimento diferentes.

O Sistema de Alimentação de Energia Elétrico foi recentemente substituído e apenas conseguimos obter a informação que a fonte de alimentação é da marca SLAT (não conseguimos as características porque estão dentro do armário da central de acesso reservado). As Baterias são da marca *Marathon* e modelo XL 12V, 85Ah.

Esta informação é reservada e só pode ser usada para fins académicos.

4.5.7. EQUIPAMENTOS TELEFÓNICOS

Os equipamentos terminais telefónicos estão instalados por todo o edifício e são de dois tipos:

Há seiscentos e quatro telefones analógicos, marca Alcatel, modelo *Audience 12* ou equivalente. Há medida que os telefones avariam, são substituídos por modelos com as mesmas funcionalidades, mas não há um registo organizado e consultável.

Os telefones *Voice over Internet Protocol* (VoIP) são sessenta e quatro, da marca Alcatel e dos modelos 4035 e 4020. Não há registos de quantidades separadas por modelo.

Em alguns corredores, existem telefones (não conseguimos dados para fazer a sua quantificação) portáteis com base *Digital Enhanced Cordless Telecommunications* (DECT) da marca Siemens, modelo Giga SET C 470.

4.5.8. EQUIPAMENTOS DE VIDEO E TELEVISÃO

O edifício hospitalar tem instalado um sistema de vídeo para entretenimento que está instalado em salas de espera, refeitórios, enfermarias, quartos particulares, entre outros locais.

Este sistema tem por função ocupar as pessoas que esperam por consultas, exames médicos ou restabelecimento do seu estado de saúde e, têm como objetivo o entretenimento e influenciar positivamente a perceção que os utentes têm do tempo de espera. Os serviços de televisão para lazer, são disponibilizados por televisores instalados nas salas de espera, quartos particulares e enfermarias, distribuídos em setenta canais em Rádio Frequências (RF) pela rede interna de cabo coaxial e fornecidos

por um Operador de Telecomunicações, através da tecnologia *Internet Protocol Television* (IPTV) suportada em cabo de Fibra Ótica. Não existe outro tipo de distribuição de sinais de televisão para lazer, nomeadamente rececionados por antenas de Televisão Digital Terrestre (TDT), satélite ou outra.

A estes equipamentos foi dada particular atenção uma vez que, como referido ao longo desta tese, recentemente tem havido grandes evoluções tecnológicas, nomeadamente nos modos de operação genericamente designados por *standby*, e na forma como os equipamentos transitam para este estado de baixo consumo sem intervenção do utilizador. No caso de um edifício como o que está em análise, os consumidores de serviços de televisão, não estão particularmente preocupados em saber se o televisor está ou não, programado para transitar para estes estados mais eficientes de consumo de energia. Devido ao seu debilitado estado de saúde, também estão pouco preocupados com o tempo que o equipamento está no Estado *On* quando poderia estar no Estado *Standby* e a consumir energia desnecessária. Demonstraremos ao longo desta secção que são muitas horas.

Os equipamentos terminais de televisão e vídeo estão instalados por todo o edifício e são caracterizados por:

Vídeo

Nas salas de espera, estão instalados 6 equipamentos de televisão que para além da função de emitir programas de lazer, têm a função adicional de retransmissão de mensagens de vídeo ou de texto emitidos pelos serviços de controlo de atendimento do hospital. São da marca LG, modelo W 2243 SPF, tecnologia FLATRON. A potência no Estado *On* é de 40 W, Estado *Sleep* inferior a 1W e no Estado *Standby* inferior a 1 W. É um produto descontinuado.

Televisão

i. Refeitórios

Nas salas de refeitório (REF) estão instalados 8 equipamentos de televisão da marca LG, modelo 42LD420C, tecnologia LCD. A potência no Estado *On* é de 190 W. Não são especificados na ficha de características de produto do fabricante [31] (*Products*

Specifications) os valores para das potências para o Estado *Sleep* e Estado *Standby*. É um produto com funcionalidades de hotelaria e com possibilidade de ser programado para transitar automaticamente para estados de operação de mais baixo consumo.

ii. Quartos Particulares

Nos Quartos Particulares (QP) estão instalados 62 equipamentos de televisão da marca LG, modelo 32LH2010 [32] de tecnologia LCD. A potência no Estado On é de 150 W. Não são especificados pelo fabricante na ficha de características de produto (*Products Specifications*) os valores da potência para o Estado *Sleep* e Estado *Standby*. É um produto com funcionalidades de hotelaria e com possibilidade de ser programado para transitar automaticamente para os estados de operação de mais baixo consumo.

iii. Enfermarias

Nas Enfermarias (ENF), estão instalados 62 equipamentos de televisão da marca LG, modelo 32LK455C. A Potência Máxima no Estado On é de 190 W. Não são especificados pelo fabricante na ficha de características de produto [31] (*Products Specifications*) os valores das potências para o Estado *Sleep* e Estado *Standby*. É um produto com funcionalidades que lhe permitem transitar automaticamente para estados de operação de mais baixo consumo, desde que programado.

iv. Outros Locais

Há 6 equipamentos de televisão instalados noutros locais do hospital, como gabinetes de direção e salas reuniões. Estes locais são de acesso reservado o que nos impossibilitou a sua inventariação. No local foi-nos referido que todos os modelos são de marcas e modelos diferentes, uma vez que foram oferecidos por diversas entidades e em diferentes momentos à Santa Casa da Misericórdia do Porto, entidade proprietária do edifício do Hospital da Prelada.

4.5.8.1. Análise

As características mais relevantes dos equipamentos de receção de sinais de televisão são, o peso, as suas dimensões (altura x largura x profundidade), a tecnologia - Tubo de Raios Catódicos (TRC), *Liquid Crystal Display* (LCD), Plasma, ou *Light Emitting*

Diode (LED) - a sua resolução máxima, ângulo de visão, a quantidade de cores, a taxa de atualização, as ligações de vídeo, a área visível, o Controlo Automático do Brilho (ABC), a vida útil e os consumos de energia nos vários modos de operação.

Para a análise da eficiência energética que iremos fazer, vamos considerar que os equipamentos são equivalentes nas demais características, focando-nos apenas nos seguintes três aspetos que consideramos ser os essenciais: (1) características técnicas dos equipamentos; (2) modos de operação; (3) tempos de utilização por modo.

A eficiência energética também depende das condições em que os equipamentos estão instalados, particularmente as relacionadas com as condições de climatização dos locais onde estão instalados. No caso, verificamos que os equipamentos estão instalados conforme as recomendações do fabricante.

1) Características dos equipamentos

Os responsáveis pelo edifício hospitalar procederam, há cerca de 3 anos, a uma substituição dos equipamentos de televisão, existentes nas enfermarias e quartos particulares (QP) com tecnologia TRC, por modelos fabricados no ano 2012 com tecnologia LCD. As principais características dos equipamentos referidos são apresentadas na tabela 38. Apresentam-se, também, as características de equipamentos equivalentes, colocados no mercado no presente ano mas que utilizam a tecnologia LED e com a certificação *Energy Star*. Esta tecnologia usa vários díodos emissores de luz (*Light Emitting Diode*) por trás de um painel LCD.

2) Modos de Operação

Os equipamentos têm vários modos de operação aos quais correspondem valores de potência elétrica, diferenciados conforme apresentados na tabela 38. Os equipamentos dispõem de funcionalidades programáveis que, quando ativas permitem a transição automática do Estado *On* para estados de mais baixos consumos. Essa função também pode ser acionada através do telecomando. Os equipamentos com sistema ABC permitem que o aparelho vá adequando o brilho do seu ecrã à luminosidade do ambiente envolvente e, desse modo, otimizar os consumos de energia elétrica, aumentando a sua eficiência energética.

3) Tempos de Operação

Os tempos de operação dos equipamentos são a variável da equação do consumo energético dos aparelhos, mais importante de controlar. Efetivamente, após tomada a decisão de compra de um determinado equipamento (decisão de investimento), apenas se pode interferir na sua eficiência energética, fazendo uma boa gestão do tempo de utilização em cada um dos modos em que o mesmo pode operar. O tempo de operação não deverá prejudicar a utilidade e a qualidade dos serviços percebida pelos utilizadores.

No caso em análise, verificamos que o tempo de utilização no Modo *On* está muito acima do tempo recomendado pelas melhores práticas de utilização em vigor. No local, constamos que os televisores estão a operar no Modo *On* entre as 8:00h e as 22.00h, sem possibilidade de utilização dos sistemas de mudança de estado de forma programável ou remotamente por utilização do telecomando.

Na tabela 39, apresentam-se as principais características dos aparelhos instalados nos QP até ao ano 2012 ⁽¹⁾ e dos aparelhos instalados na sua substituição ⁽²⁾.

Tabela 39. Principais características dos televisores instalados no Hospital da Prelada

Marca	Philips ⁽¹⁾	LG ⁽²⁾	LG ⁽³⁾	LG ⁽⁴⁾
Dimensão do Ecrã (<i>inch</i>)	14	32	32	42
Modelo	14PT1556	32LH2010	32LK455C	42LD420C
Ano Fabrico	2000	2011	2011	2011
Tecnologia	CRT	LCD	LCD	LCD
ABC	Não	Não	Não	Não
Local de Instalação	QP ⁽⁵⁾	QP ⁽⁵⁾	ENF ⁽⁶⁾	REF ⁽⁷⁾
Número de televisores	62	62	62	6
Potência Modo <i>On</i> (W)	38	150	120	190
Potência Modo <i>Standby</i> (W)	3	0,5	0,3	0,3
Tempo Modo <i>On</i> ⁽⁸⁾ (h)	14	14	14	14
Tempo Modo <i>Standby</i> ⁽⁸⁾ (h)	10	10	10	10
Energia Diária Consumida (estimada) (10) (Wh)	562	2 105	1 683	2 670
Energia Anual Consumida	205 130	768 325	614 295	974 550

(estimada) ⁽⁸⁾ (Wh)				
Energia Anual Consum. total televisores (estimada) ⁽⁸⁾ (Wh)	12 718 060	47 636 150	38 086 290	5 847 300
Funções de hotelaria de acordo com Energy Star				
Tempo Modo <i>On</i> (h) ⁽⁹⁾	5	5	5	5
Tempo Modo <i>Standby</i> (h) ⁽⁹⁾	19	19	19	19
Energia Diária Consumida (estimada) (Wh)	247	759,5	605,7	955,7
Energia Anual Consumida (estimada) (Wh) ⁽⁹⁾	90 155	277 217,5	221 080,5	348 830,5
Energia Anual Consumida total televisores (estimada) (Wh)	5 589 610	17 187 485	13 706 991	2 092 983
Preço kWh ⁽¹⁰⁾ (€)	0,1587	0,1587	0,1587	0,1587
Custo Anual de Energia ⁽⁸⁾ (€)	2 018,35	7 559,857 ⁽¹¹⁾	6 044,294 ⁽¹²⁾	927,967 ⁽¹³⁾
Custo Anual de Energia ⁽⁹⁾ (€)	887,071	2 727,653 ⁽¹³⁾	2 175,299 ⁽¹⁴⁾	332,156 ⁽¹⁵⁾
Poupança Anual (€)	1 131,279	4 832,20	3 868,995	595,811
Notas: ⁽⁶⁾ Quarto Particular (QP); ⁽⁷⁾ Enfermaria (ENF); ⁽⁸⁾ Refeitórios/Salas de Estar (REF); ⁽¹⁰⁾ Preço referência da EDP serviço Universal, líquido de taxas e impostos, para um cliente particular				

Da equação 8, referida no ponto iv da subsecção 3.6.4., podemos calcular a estimativa do Total da Energia Consumida por um Equipamento com Funções de Hotelaria (TEC Hosp).

$$\text{TECHosp} = (\text{Potência no Modo On} * \text{Tempo no Modo On}) + (\text{Potência no Modo Espera} * 19) + \text{EDAM}$$

Onde:

TECHosp é a potência calculada correspondente ao Modo *Hospitality Television TEC*;

POn é a potência medida no Modo *On*;

PStandby_Passive, é a potência medida no Modo *Stanby_Passive*; e,

EDAM é a potência medida no Modo *Download Acquisition* (DAM) num período de 24 horas.

Para os televisores do tipo Hotelaria com a função *Download Acquisition* (DAM) ativa, a potência medida no Modo *Standby Passive* deve ser menor ou igual a 1,0 W.

Na informação recolhida no caso do Hospital da Prelada verifica-se que esta função não está ativada.

Considerando os valores recolhidos que vigoram atualmente no edifício hospitalar, dos tempos de operação nos modos *On* e *Standby*, e a informação das *Products Specifications* fornecida pelos fabricantes [35], [36] referenciados na tabela 38, temos:

$$\text{TECHosp} = (\text{Potência no Modo } On * \text{Tempo no Modo } On) + (\text{Potência no Modo } Standby * 19) + \text{EDAM}$$

i. Antes da substituição em 2012 ⁽¹⁾

$$\text{TECHosp}_{(\text{dia})} (\text{Wh}) = (38 (\text{W}) * 14 (\text{h}))^{(8)} + (3 (\text{W}) * 10 (\text{h}))^{(8)} + 0$$

$$\text{TECHosp}_{(\text{dia})} = 562 \text{ Wh}$$

Energia Anual Consumida (Estimada) (kWh) ⁽⁸⁾ = TECHosp (dia) * dias do ano

Energia Anual Consumida (Estimada) por televisor = 562*365= 205 130 Wh

Energia Anual Consumida (Estimada) pelos televisores instalados nos QP do Hospital da Prelada = Anual Consumida (Estimada) por televisor * nº de televisores instalados = 205 130 * 62 = 12 718 060 Wh ou seja 12 718 kWh.

ii. Após a substituição de 2012 (2)

a. Mantendo os mesmos hábitos de utilização ⁽⁸⁾

$$\text{TECHosp}_{(\text{dia})} (\text{Wh}) = (150 (\text{W}) * 14 (\text{h})) + (0,5 (\text{W}) * 10 (\text{h})) + 0$$

$$\text{TECHosp}_{(\text{dia})} = 2 105 \text{ Wh}$$

Energia Anual Consumida (Estimada) (kWh) = TECHosp _(dia) * dias do ano

Energia Anual Consumida (Estimada) por televisor = $2\,105 * 365 = 768\,325 \text{ Wh}$

Energia Anual Consumida (Estimada) pelos televisores instalados nos QP do Hospital da Prelada = Anual Consumida (Estimada) por televisor * nº de televisores instalados = $768325 * 62 = 47\,636\,150 \text{ Wh}$, ou seja $47\,636,2 \text{ kWh}$.

b. Adotando os modos de utilização recomendados pelo *Energy Star*

$$\text{TECHosp}_{(\text{dia})} (\text{Wh}) = (150 (\text{W}) * 5 (\text{h})^{(9)}) + (0,5 (\text{W}) * 19 (\text{h})^{(9)}) + 0)$$

$$\text{TECHosp} = 759,5 \text{ Wh}$$

$$\text{Energia Anual Consumida (Estimada) (kWh)}^{(9)} = \text{TECHosp}_{(\text{dia})} * \text{dias do ano}$$

$$\text{Energia Anual Consumida (Estimada) por televisor} = 759,5 * 365 = 277\,217,5 \text{ Wh}$$

Energia Anual Consumida (Estimada) pelos televisores instalados nos QP do Hospital da Prelada = Anual Consumida (Estimada) por televisor * nº de televisores instalados = $277\,217,5 * 62 = 17\,187\,485 \text{ Wh}$, ou seja $17\,187,5 \text{ kWh}$.

iii. Considerando o valor Máximo de Potência, permitido a um Equipamento com Funções de Hotelaria de acordo com *Energy Star*

Da equação 9, referida no ponto iv da sub secção 3.6.4., podemos calcular a Potência, permitida a um Equipamento com Funções de Hotelaria (TECHosp_Max)

$$\text{TECHosp_Max} = 500 * \tanh (0,00085 * (A - 140) + 0,052)) + 129,5$$

Onde:

- TECHosp_Max é valor máximo de potência permitido para equipamentos a funcionar no modo Hotelaria (*Hospitality Television TEC*);
- A é a área do ecrã de imagem, em polegadas quadradas;
- \tanh , representa a função tangente hiperbólica.

$$\text{TECHosp_Max} = 500 * \tanh (0,00085 * (4,911\,660\,983^{(*)} - 140) + 0,052)) + 129,5$$

$$TEC_{Hosp_Max} = 500 * \tanh (- 0, 0\ 628\ 250\ 900\ 085) + 129, 5$$

$$TEC_{Hosp_Max} = 500 * - 0,062\ 742\ 564 + 129, 5$$

$$TEC_{Hosp_Max} = 31, 37\ 128 + 129, 5$$

$$TEC_{Hosp_Max} = 160, 87\ W$$

Verifica-se que o aparelho instalado nos QP cumpre com os requisitos Energy Star, uma vez que a Potência Máxima (150W) é inferior à calculada para um televisor com a mesma área (A) de ecrã, que satisfaça os requisitos *Energy Star*.

$$\text{Nota } (^{*})\ A = 1,9212594\ \text{pol}\ (48,8\ \text{cm}) * 2,55905512\ \text{pol}\ (65,0\ \text{cm}) = 4,911\ 660\ 983\ \text{pol}^2$$

4.5.8.1.2. Análise das medidas já tomadas que melhoraram a eficiência energética dos equipamentos de televisão

Em inícios de 2012.a Autoridade Nacional das Comunicações (ANACOM) procedeu à cessação das emissões analógicas terrestres de sinais de televisão, de acordo com um plano designado por *switch-off*.

Como referido ao longo desta tese, a introdução de novas tecnologias pode abrir uma janela de oportunidade para a substituição de equipamentos com níveis significativos de obsolescência que, se bem aproveitada, pode traduzir-se num retorno direto dos investimentos efetuados.

Os responsáveis operacionais do hospital, aproveitaram essa oportunidade, e substituíram os televisores analógicos instalados nos Quartos Particulares (QP) e Enfermarias (ENF), de tecnologia de Tubos de Raios Catódicos (TRC), por televisores de tecnologia *Light Emitting Diode* (LCD).

Esses televisores, eram da Marca Philips com ecrã de 14 polegadas e tecnologia TRC, e foram substituídos por televisores da Marca LG, com ecrã de 32 polegadas e tecnologia LCD,

Esta substituição permitiu aumentar a qualidade da imagem disponibilizada pela tecnologia LCD, e um melhor conforto para o utilizador devido ao aumento da área do

ecrã. No entanto, à melhoria de qualidade e de conforto proporcionados pela tecnologia LCD, não correspondeu uma poupança de energia.

A energia consumida anualmente por cada um dos televisores de TRC, para os tempos de funcionamento por modo de operação verificados no hospital, era de 205 130W. Para um novo televisor LCD, mantendo os mesmos padrões de utilização, essa energia passou a ser anualmente de 768 138W

Este é um exemplo de que os ganhos de eficiência energética que se têm verificado nos equipamentos, se não tiverem a consequente mudança dos padrões de utilização, de pouco serve. Este mesmo aparelho, com padrões de utilização de tempo de utilização por modo de operação, adequado às recomendações do programa *Energy Star*, tem um consumo de energia elétrica esperado por ano de 277 276 W.

Na ficha de características de produto (*Products Specifications*), não são especificados pelo fabricante os consumos de energia para estados de operação de consumos intermédios. Para uma análise conclusiva, deveria proceder-se no local, para um ciclo diário, a medições da energia na saída da tomada da rede de energia elétrica que alimenta o televisor e, com os dados das medições obtidos, fazer uma análise comparativa com os valores recomendados pelos organismos oficiais, como por exemplo, o programa *Energy Star*.

Saliente-se que a qualidade dos serviços percebidas pelos utilizadores melhorou significativamente, pois para além da melhor qualidade de imagem proporcionada pela tecnologia LCD comparativamente à proporcionada pela tecnologia TCR, a dimensão do quadro de imagens emitido mais que duplicou. Com os televisores a funcionarem com a funcionalidade *Energy Saving Performance* ativa, é de esperar uma redução substancialmente nos consumos. No caso em estudo, como estas funcionalidades não estão ativadas, os resultados seriam praticamente os mesmos.

4.5.8.1.3. Análise das medidas que devem ser tomadas para melhorar a eficiência energética dos equipamentos instalados

A medida que deve ser tomada para assegurar uma melhoria contínua na eficiência energética do sistema de televisão do edifício, tem a ver com a eficiência de utilização.

Verificamos que o tempo em que o sistema de televisão está no Estado *On* está muito acima do recomendado pelos organismos que supervisionam a atividade, nomeadamente o programa *Energy Star*. Embora os equipamentos instalados já possuam mecanismos de passagem automática para estados de mais baixo consumo, eles não estão ativados. Os telecomandos dos televisores, que também podem ser utilizados para a ativação ou programação, das funcionalidades de otimização de consumos energéticos disponíveis nos aparelhos, não estão acessíveis aos utentes de cada um dos espaços.

Não é do âmbito desta tese perceber eventuais justificações para a realidade constatada, mas apenas realçar que, considerando as recomendações sobre os vários estados de utilização de equipamentos com a funcionalidade de hotelaria (*hospitality*), as poupanças energéticas resultantes de uma utilização mais eficiente seriam significativas.

Na tabela 38 estão calculados os valores da energia consumida anualmente para cada um dos cenários, bem como as poupanças estimadas para os vários tipos de televisores instalados no hospital.

Como pode ser verificado, para uma utilização de acordo com as melhores práticas de utilização propostas pelo programa da *Energy Star*, conseguimos uma poupança anual nos consumos de energia dos televisores instalados nos Quartos Particulares de 4 832,20 Euros (€). Se estendermos essas boas práticas aos televisores instalados nas enfermarias essa poupança é de 3 869 Euros (€). A poupança anual obtida só por alteração de hábitos de utilização pode atingir o valor de 8 701,2€. Saliente-se que neste valor de poupança não estão considerados os que potencialmente podem ser obtidos ao ativar os sistemas automáticos de transição para os modos de operação de mais baixo consumo, *Energy Saving Performance*.

Para os televisores instalados nas salas de espera e de refeitórios (REF), o valor da poupança obtida é de 595,811€ conforme expresso na tabela 38. Este valor poderá ser ligeiramente menor, uma vez que dois destes aparelhos estão instalados em salas de espera de apoio a visitas, e os tempos nos dois modos de operação poderão ser ligeiramente diferentes dos apresentados.

Um dado relevante a retirar desta análise é que, mantendo os equipamentos existentes e a funcionarem nas condições atuais, o valor anual do consumo de energia elétrica dos equipamentos de televisão é de 11 110,468€.

4.5.8.1.4. Análise das medidas que podem ser tomadas para uma melhoria contínua da eficiência energética do sistema de televisão

Uma análise que pode ser feita é a da eventual substituição dos televisores existentes, por modelos equivalentes, lançados no mercado este ano (2015) com a etiqueta Energy Star [35]. Para um maior rigor na comparabilidade, as características e os respetivos dados são referentes a modelos do mesmo fabricante que foi considerado anteriormente.

Vamos considerar que os equipamentos podem operar com todas as funcionalidades disponíveis, incluindo o sistema automáticos de transição para os modos de operação de mais baixo consumo, *Energy Saving Performance*. Para maior conforto de utilização e do utilizador, selecionamos equipamentos com controlo automático de brilho (ABC).

Na tabela 40, apresentam-se as principais características dos aparelhos, lançados no mercado este ano (2015) com a etiqueta Energy Star, para uma eventual substituição dos televisores existentes instalados nos QP e ENF⁽¹⁾ e REF⁽²⁾.

Tabela 40. Principais características dos novos modelos de televisores, propostos para instalação no Hospital da Prelada

Marca	LG	LG	LG	LG
Dimensão do Ecrã (<i>inch</i>)	32	32	42	42
Modelo	32LX300C	32LM62##	42LY560M	42LB5800
Ano Fabrico	2015	2015	2015	2015
Tecnologia	LCD	LED	LCD	LED
ABC	S ⁽⁴⁾	S ⁽⁴⁾	S ⁽⁴⁾	S ⁽⁴⁾
Local de Instalação	QP ⁽¹⁾ e ENF ⁽²⁾	QP ⁽¹⁾ e ENF ⁽²⁾	REF ⁽³⁾	REF ⁽³⁾
Número de televisores	124	124	6	6
Potência Modo <i>On</i> (W)	29,2	40,7	37,2	52
Potência Modo <i>Standby</i> (W)	0,15	0,15	0,3	0,3
Tempo Modo <i>On</i> (h) ⁽⁸⁾	14	14	14	14
Tempo Modo <i>Standby</i> (h) ⁽⁸⁾	10	10	10	10
Energia Diária Consumida (estimada) ⁽⁸⁾ (Wh)	410,3	571,30	523,8	731
Energia Anual Consumida (estimada) ⁽⁸⁾ (Wh)	147 760	208 525	191 187	266 815
Energia Anual Consumida total televisores (estimada) ⁽⁸⁾ (Wh)	18 570 240	25 857 124	1 147 120	1 600 890
Tempo Modo <i>On</i> (h) ⁽⁹⁾	5	5	5	5
Tempo Modo <i>Standby</i> (h) ⁽⁹⁾	19	19	19	19
Energia Diária Consumida (estimada) ⁽⁹⁾ (Wh)	148,85	206,35	191,7	265,7
Energia Anual Consumida (estimada) ⁽⁹⁾ (Wh)	54 330	75 317,8	69 970,5	96 980,5
Energia Anual Consumida total televisores (estimada) ⁽⁹⁾ (Wh)	6 736 951	9 339 401	419 823	581 883
Preço kWh ⁽⁶⁾ (€)	0,1587	0,1587	0,1587	0,1587
Custo Anual de Energia ⁽⁸⁾ (€)	2 947,100 ⁽¹¹⁾	4 103,52 ⁽¹²⁾	182,048 ⁽¹⁴⁾	254,061 ⁽¹⁴⁾
Custo Anual de Energia ⁽⁹⁾ (€)	1 069,154 ⁽¹⁵⁾	1 482,160 ⁽¹⁶⁾	66,625 ⁽¹⁷⁾	92,337 ⁽¹⁸⁾
Custo Unitário de Aquisição (€)	⁽¹⁹⁾ ND	ND	ND	ND
Custo do Investimento (€)	ND	ND	ND	ND
Pay back	⁽²⁰⁾ NC	NC	NC	NC
TIR	NC	NC	NC	NC
VAL	NC	NC	NC	NC
Notas: ⁽¹⁾ Quarto Particular (QP); ⁽²⁾ Enfermaria (ENF); ⁽³⁾ Refeitórios/Salas de Estar (REF); ⁽⁴⁾ Sim (S); ⁽⁶⁾ Preço referência da EDP serviço Universal, líquido de taxas e impostos, para um cliente particular; ⁽¹⁹⁾ Preço de mercado não disponível (ND); ⁽²⁰⁾ não calculado por falta de dados (NC)				

Fazendo a análise comparativa, temos:

a. Poupanças obtidas nos consumos

As poupanças obtidas nos consumos de energia, dependem dos consumos dos aparelhos mas, também, da adequação dos tempos nos modos de funcionamento e às funcionalidades de *Energy Saving Performance*.

Substituindo todos equipamentos existentes (tabela 38), por equipamentos lançados no mercado este ano (2015) com a etiqueta *Energy Star* (tabela 39, os custos anuais com os consumos de energia elétrica são:

i. Mantendo hábitos atuais de utilização dos equipamentos de televisão (tempos de operação nos modos *On* e *Standby*, de, respetivamente de 14 e 10 horas).

Tecnologia LCD

- Da tabela 39

$$\checkmark \text{ Custo Anual de Energia Elétrica }^{(8)} (\text{€}) = 7\,559,857^{(11)} + 6\,044,294^{(12)} + 927,967^{(13)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica⁽⁸⁾ = 14 532,1 €.

- Da tabela 40 (Estes valores consideram que as funcionalidades de *Energy Saving Performance* estão ativas):

$$\checkmark \text{ Custo Anual de Energia Elétrica }^{(8)} (\text{€}) = 2\,947,100^{(11)} + 182,465^{(12)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica⁽⁸⁾ = 3 129,57 €.

A poupança anual obtida no consumo de energia elétrica seria de 11.402,5 €.

Tecnologia LED

- Da tabela 39

$$\checkmark \text{ Custo Anual de Energia Elétrica }^{(8)} (\text{€}) = 7\,559,857^{(11)} + 6\,044,294^{(12)} + 927,967^{(13)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁸⁾ = 14 532,1 €.

- Da tabela 40 (Estes valores consideram as funcionalidades de *Energy Saving Performance* estão ativas)

$$✓ \text{ Custo Anual de Energia Elétrica }^{(8)} (\text{€}) = 4\,103,520^{(13)} + 254,061^{(14)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁸⁾ = 4 357,58 €.

A poupança anual obtida no consumo seria de 10.174,5 €.

- ii. Alterando os hábitos de utilização dos equipamentos de televisão para os hábitos recomendados pela *Energy Star* (tempos de operação nos modos On e Standby, de, respetivamente de 5 e 19 horas).

Tecnologia LCD

- Da tabela 39

$$✓ \text{ Custo Anual de Energia Elétrica }^{(8)} (\text{€}) = 2\,727,653^{(13)} + 2\,175,299^{(14)} + 332,156^{(15)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁸⁾ = 5 222,11 €.

- Da tabela 40 (Estes valores consideram as funcionalidades de *Energy Saving Performance* estão ativas):

$$✓ \text{ Custo Anual de Energia }^{(9)} (\text{€}) = 1\,069,154^{(15)} + 66,625^{(17)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁹⁾ = 1 135,78 €.

A poupança anual obtida consumos seria de 4.086,3 €.

Tecnologia LED

- Da tabela 39

$$✓ \text{ Custo Anual de Energia Elétrica }^{(8)} (\text{€}) = 2\,727,653^{(13)} + 2\,175,299^{(14)} + 332,156^{(15)}$$

Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁸⁾ = 5 222,11 €.

- Da tabela 40 (Estes valores consideram as funcionalidades de *Energy Saving Performance* estão ativas)

✓ Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁹⁾ (€) = 1 482,160 ⁽¹⁶⁾ + 92,327 ⁽¹⁸⁾

Custo Anual de Energia Elétrica ⁽⁹⁾ = 1 574,4 €.

A poupança anual obtida consumos seria de 3.647,7 €.

Desta análise conclui-se que os ganhos esperados para a poupança de energia elétrica, resultam mais de aspetos comportamentais dos utilizadores, do que os relacionados com as tecnologias de eficiência energética dos próprios equipamentos.

b. Análise ao investimento

A Ferramenta Informática desenvolvida, permite fazer a análise do investimento de substituição, considerando os indicadores económicos habitualmente utilizados na análise deste tipo de investimentos.

- Payback* (PB)
- Taxa interna de Rentabilidade (TIR); e,
- Valor Atual Líquido (VAL).

No caso concreto em análise, ainda não são conhecidos os valores dos preços de compra destes novos equipamentos. Embora já certificados pela Energy Star, à data da elaboração desta tese ainda não são conhecidos os preços de mercado.

No entanto, considera-se pertinente referir, que há aspetos fundamentais, que embora sendo intangíveis, merecem uma consideração, no momento de análise de investimento, por forma a garantir alguma comparabilidade entre equipamentos.

- Hábitos do consumidor: O consumidor (utilizador) necessita de ser informado e sensibilizados para as novas potencialidades de eficiência energética que os equipamentos de vídeo e televisão já incorporam. No caso

em análise, essa informação e sensibilização é mais difícil de aplicar. Utilizador e consumidor são entidades diferentes.

- ii. Conforto: O consumidor (utilizador) necessita de ser informado e sensibilizado para as novas potencialidades de conforto que os equipamentos de vídeo e televisão já incorporam, em particular as relacionadas com o controlo automático de brilho. No caso em análise, poderá, ser mais difícil uma utilização consensual, já que alguns dos equipamentos são multi utilizador.
- iii. Proteção Ambiental: O utilizador necessita de ser consciencializado para o desperdício de energia que ocorre quando os equipamentos de vídeo e televisão continuam no Estado *On*, sem que ninguém esteja a usufruir do serviço que está a ser transmitido. No caso em análise, no entanto, nada pode fazer. As funcionalidades *Energy Saving Performance* não estão ativas, e o telecomando não está acessível ao utilizador.

A alteração que aconselhamos é a menos onerosa, mas porventura mais difícil de implementar. Admitindo que não há qualquer constrangimento do ponto de vista médico, deveriam ser ativadas as funcionalidades *Energy Saving Performance*, e o telecomando estar acessível ao doente ou acompanhante (utilizador) dos Quartos Particulares, por forma a permitir ao utilizador mudar o estado de operação dos televisores no período entre as 8:00h e as 22:00. A mesma medida poderá ser adotada nas Enfermarias, mas uma vez que se tratam de espaços funcionais do hospital com características multiutilizador, esta medida carece de parecer médico.

4.6. EQUIPAMENTOS DE TV DIGITAL

Os equipamentos de Televisão Digital são hoje uma realidade a que se deve dar prioridade quando analisamos a problemática da eficiência energética. Efetivamente como já referido ao longo desta tese, para que possamos usufruir de todas as vantagens que nos proporcionam as novas tecnologias de televisão digital, há a necessidade dos equipamentos que nos permitem estar em rede e ligados à rede, eles próprios, estarem ligados permanentemente à rede de energia elétrica. No âmbito desta

tese importa saber se o fazem da forma que permite a melhor eficiência nos consumos de energia elétrica.

A Autoridade Nacional das Comunicações, por razões de gestão do espectro eletromagnético, e cumprimento de legislação emanada pela União europeia, decidiu proceder, no início do ano de 2102, à cessação das emissões analógicas terrestres (plano para o *switch-off*) associado à introdução da televisão digital terrestre (TDT) em Portugal. Essa decisão, além de se enquadrar num plano europeu de otimização do espectro eletromagnético e de permitir a massificação da utilização das potencialidades da televisão digital, permite, também, melhorar a eficiência energética em todo o sistema (produção, emissão, transmissão, receção e acesso) de televisão.

Todavia, criou um problema à maior parte dos utilizadores destes serviços. Quem ainda não tinha televisores de tecnologia digital teria de optar por substituí-los por modelos com essas funcionalidades, ou adquirir um equipamento que permitisse a receção do serviço de televisão terrestre digital (TDT).

Esta última solução, para além de não permitir usufruir de todas as funcionalidade que a TDT permite, acrescenta ao sistema mais um elemento consumidor de energia elétrica por cada ponto de acesso aos sinais de televisão. Um Recetor Digital Terrestre³³ (*Digital Terrestrial Receiver* (DTR)) tem uma potência máxima no Estado On de 11W e no Estado Standby de 1W.

Se o hospital tivesse optado por esta solução, mantendo os mesmos equipamentos de televisão e os mesmos hábitos de consumo (utilização), iria, para além dos custos de investimentos associados à compra dos equipamentos recetores, acrescentar, anualmente aos consumos de energia elétrica, a parcela correspondente aos consumos dos recetores em:

Energia_{dia} consumida DTR (Wh) = (Potência no Modo *On* * Tempo no Modo *On*) + (Potência no * Tempo no Modo) *Standby*)

Energia_{dia} consumida DTR (Wh) = (14 * 11) + (10 * 1)

³³ TV STAR DVB-T Receiver, Modelo nº T910iUSB PVR

Energia_{dia} consumida DTR = 164 Wh

Considerando a totalidade dos equipamentos a funcionarem durante o ano, temos:

Energia_{anual} consumida por todos os DTR (Wh) = Energia_{dia} consumida DTR * Horas_{dia}
* Dias_{ano}

Energia_{anual} consumida por todos os DTR (Wh) = 164 * 124 * 365

Energia_{anual} consumida por todos os DTR = 7 422,640 kWh

A solução implementada foi a de abandonar o sistema de receção terrestre, eliminando o custo associado ao consumo de energia elétrica do sistema (receção, amplificação e distribuição) e o custo de manutenção. Não foi possível quantificar essa poupança, por impossibilidade de obter os dados do consumo, dos equipamentos do sistema de receção terrestre, existente.

No entanto, podemos estimar a poupança anual obtida, no consumo de energia elétrica, pela não instalação dos equipamentos DTR.

Esse valor que é obtido, multiplicado a Energia anual consumida por todos os DTR pelo preço do custo do kWh, ou seja, 7 422,640 * 0,1587 = 1 180 €.

Como alternativa, foi encontrada uma solução tecnologicamente mais evoluída e mais eficiente. Foram contratados a um Prestador de Serviços, o serviço de televisão digital com tecnologia *Internet Protocol TV* (IPTV). Este serviço é rececionado no edifício do hospital através de um cabo de fibras óticas, e o único custo com a energia elétrica que foi adicionado é o referente à alimentação da *Optical Network Terminal* (ONT).

A ONT instalada é da marca PTIN, modelo PTINONT7RF1GE, o seu consumo anual de energia elétrica não é especificado na ficha de características de produto do fabricante (Products Specifications).

Conseguiu-se obter as características da sua fonte de alimentação:

Marca DVE, Modelo DAS-12PFA-09 FEU 120100

- INPUT 100-240V, AC, 50/60Hz, 0,5A

- OUPUT 12V, DC, 1,0A

Mantêm-se os custos referentes ao consumo energia elétrica, associados à alimentação dos amplificadores e outros elementos da rede interna de distribuição, em cabo coaxial.

Com esta solução conseguiu-se minimizar o consumo global de energia por equipamento, sem prejudicar a funcionalidade e a conveniente utilização dos mesmos.

4.7. FONTES EXTERNAS DE ALIMENTAÇÃO

As fontes externas de alimentação dos equipamentos do hospital, bem como as que os utentes do edifício, ligam à rede de energia elétrica do edifício, para recarregamento dos seus equipamentos de telecomunicações e TIC - telemóveis, telefones *Androids*, *tablets*, Computadores Pessoais portáteis, entre outros equipamentos pessoais de multimédia -, são um grupo de equipamentos que representam um consumo de energia considerável. Como este consumo depende, para além da potência de cada fonte de alimentação, do tempo de utilização (o tempo que está ligado à rede) e, sendo esse tempo difícil de medir, vamos obtê-lo por estimativa. Saber o seu valor através de medições reais é uma tarefa quase impossível.

Considerando que,

- O hospital é frequentado diariamente por 3000 pessoas (internados, pessoal médico, etc.);
- Estimando que 90% dessas pessoas utilizam pelo menos um aparelho pessoal de Tecnologias de Informação e Comunicações; e que,
- Cerca de 40% delas utiliza a rede de energia elétrica do hospital para fazer um recarregamento da bateria de um desses equipamentos durante 1 hora.

Podemos estimar³⁴ o consumo anual de energia elétrica das Fontes Externas de Alimentação que não são parte integrante dos equipamentos do edifício, em,

³⁴ Estimativa que considera a Potência de um Fonte de Alimentação Externa da Marca Apple, modelo PA 1450

Energia_{Anual} consumida pelas (FEA) = Utentes diários do Edifício Hospitalar * Taxa utentes que são utilizadores de pelo menos um equipamento TIC * Percentagem desses utentes que necessitam de fazer pelo menos uma carga do seu equipamento enquanto permanecem no Edifício Hospitalar * Tempo de carga * Potência da FEA.

Energia_{Anual} consumida pelas FEA (Wh) = (3000*0,90*0,30*1*365*40)

Energia_{Anual} consumida pelas FEA = 11,826 kWh

Seria importante ter obtido dados sobre as características e quantidades, da totalidade das Fontes Externas de Alimentação que estão instalados pelo edifício, para fazer a alimentação de energia elétrica dos mais variados tipos de equipamentos em funcionamento no edifício. Com esses dados, seria possível proceder a uma análise mais exaustiva, e uma outra abordagem ao problema da sua eficiência energética.

4.8. APLICAÇÃO INFORMÁTICA DE APOIO À ANALISE TÉCNICA/ECONÓMICA

Como pode ser verificado pela exposição feita ao longo desta secção, testar a aplicabilidade das recentes evoluções tecnológicas, e as recentes recomendações dos organismos que tutelam esta atividade, não é tarefa fácil.

Para se poder ter presente, em cada momento, o desempenho energético do edifício como um todo, nas suas componentes de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicação, é necessário tratar muitos dados.

Para tornar essa missão realizável, e na perspetiva de uma recolha de dados sistematizada, do tratamento da informação neles contida, e na transformação dessa informação em conhecimento, foi desenvolvida uma aplicação informática.

O objetivo dessa aplicação é receber os dados (*inputs*), de todos os equipamentos que a cada momento estão em funcionamento no edifício, fazer o seu tratamento, e transformá-los em *outputs*. Esses *outputs* serão utilizados para fazer a monitorização e controlo dos consumos dos equipamentos, e permitir, uma comparabilidade com os *standards* de consumo, aconselhados pelos organismos que tutelam as redes de

telecomunicações e as tecnologias de informação e comunicação, apresentados ao longo do capítulo 4 desta tese.

Saliente-se, mais uma vez, que uma das particularidades dos equipamentos de telecomunicações e das tecnologias de informação e comunicação é a de consumirem energia, sempre que estão ligados em rede e à rede de energia elétrica, mesmo quando não estão a produzir trabalho “útil”.

Os principais dados de entrada são:

- i. Todos os espaços funcionais do edifício onde há ou pode haver equipamentos instalados (entenda-se equipamentos de telecomunicações, de tecnologias de informação e comunicações, ou outros necessários ao seu desempenho);
- ii. Caracterização dos equipamentos
 - a. Marca, modelo e ano de fabrico;
 - b. Funcionalidades principais e adicionais;
 - c. Potências em cada estado de operação.
 - d. Tempos de operação em cada um desses estados;
- iii. Especificações de potências e tempos de permanência por modo de operação, regulamentadas ou aconselháveis, por organismos oficiais
 - a. Tipo de equipamento;
 - b. Funcionalidades principais e adicionais;
 - c. Estado de operação;
 - d. Potências em cada estado de operação;
 - e. Tempos de operação em cada desses estados.

Esta aplicação permite testar a aplicabilidade das recentes evoluções tecnológicas e as recentes recomendações dos organismos que tutelam esta atividade, já referidos nos capítulos anteriores desta dissertação.

Quando totalmente desenvolvida, permitirá emitir alertas nos casos em que os modos e tempos de utilização dos equipamentos, não estão otimizados. Será escalável, e permitirá fazer uma análise da obsolescência de alguns dos equipamentos instalados, - aqueles que não cumprem os critérios de eficiência abordados ao longo do capítulo 3.

Na eventualidade da necessidade de substituição de equipamento (s), por outro (s) mais evoluído (s) tecnologicamente, será capaz de fazer uma análise comparativa de investimento.

Salienta-se aqui, a particularidade destes equipamentos trabalharem em rede, e, como referido ao longo desta tese, qualquer análise que seja feita tem de a ter em consideração.

Na figura 41 é apresentada uma imagem referente à ferramenta informática desenvolvida.

Nº Extens	Último Nome	Nome Próprio	Equip. Telefónico	Equip. Televis	Tempo Or	Tempo O ^{cc}	Tempo Standb
4307	Piso 3	Enfermaria 1		LG32 LK 455C	14	10	NA
4310	Piso 3	Enfermaria 4		LG32 LK 455C	14	10	NA
4311	Piso 3	Enfermaria 5		LG32 LK 455C	14	10	NA
4313	Piso 3	Enfermaria 7		LG32 LK 455C	14	10	NA
4356	Unidade de Queimados	Enfermaria 1		LG32 LK 455C	14	10	NA
4359	Unidade de Queimados	Enfermaria 4		LG32 LK 455C	14	10	NA
4360	Unidade de Queimados	Enfermaria 5		LG32 LK 455C	14	10	NA
4362	Unidade de Queimados	Enfermaria 7		LG32 LK 455C	14	10	NA
4363	Unidade de Queimados	Enfermaria 8		LG32 LK 455C	14	10	NA
4673	Cirurgia Plástica	Quarto Particular 22	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4674	Cirurgia Plástica	Quarto Particular 23	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4675	Cirurgia Plástica	Quarto Particular 24	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4676	Cirurgia Plástica	Quarto Particular 25	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4677	Cirurgia Plástica	Quarto Particular 26	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4700	Medicina Física Reabilitação	Quarto Particular 16	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4701	Medicina Física Reabilitação	Quarto Particular 15	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4702	Medicina Física Reabilitação	Quarto Particular 13	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4703	Medicina Física Reabilitação	Quarto Particular 12	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4704	Medicina Física Reabilitação	Quarto Particular 14	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA
4705	Medicina Física Reabilitação	Quarto Particular 11	Alcatel Audience 12	LG 32 LH 2010 LCD	14	10	NA

Figura 41. Aspeto parcial da ferramenta informática

5. CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS DE TRABALHO

5.1. COMENTÁRIOS ACERCA DO TRABALHO REALIZADO

Embora não seja conhecido algum trabalho que aborde a temática da Eficiência Energética das Redes de Telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em grandes edifícios, consideramos uma oportunidade fazê-lo. Porque, é um bom exercício para testar a aplicabilidade, das recentes evoluções tecnológicas e as recentes recomendações dos organismos que tutelam esta atividade, já referidos nos capítulos anteriores desta dissertação. Efetivamente, o tema merece mais relevância do que aquela que tem sido dado pelos responsáveis operacionais de edifícios; uma abordagem que tenha em consideração as recentes preocupações ecológicas consubstanciadas nas recentes evoluções tecnológicas.

Um edifício como o que analisamos é um grande consumidor de energia elétrica e, embora ainda não seja dada a devida relevância à energia consumida nos sistemas de telecomunicações e das TIC, pelo fato de estes sistemas estarem ligados em rede e à rede 24 horas por dia e 365 (ou 366) dias por ano, deveria ser um motivo suficientemente pertinente e justificativo, para um estudo de eficiência energética.

Efetivamente, durante muito tempo, principalmente em organismos públicos, não houve o conhecimento nem pessoas dedicadas nos quadros destes organismos a pensar nas redes de telecomunicações nem nas tecnologias de informação e comunicação. Nas últimas duas décadas, os avultados investimentos efetuados nos edifícios para dotá-los de redes e sistemas de telecomunicações, capazes de permitir aos seus utilizadores usufruir das evoluções tecnológicas, bem como a escolha das melhores soluções a implementar, foi deixada aos operadores e aos fornecedores de tecnologias TIC. Todavia, os interesses dos operadores de telecomunicações e fornecedores de TIC não são, a maior parte das vezes, coincidentes com aspetos fundamentais de funcionalidade, particularmente os relacionados com boas práticas de eficiência energética.

As redes do edifício hospitalar foram concebidas e instaladas há 20 anos e apresentam, já, algum grau de obsolescência, além de que foi crescendo de forma desordenada e

desequilibrada e com um nível baixo de manutenção. É uma realidade observada nas visitas técnicas.

Verifica-se uma separação de responsabilidades entre as Redes de Telecomunicações e as Tecnologias de Informação e Comunicação que, no nosso entender, desperdiça as sinergias que as mesmas deveriam potenciar. A preocupação dos seus responsáveis está mais focada em que a rede funcione, transmitindo dados com cada vez mais rapidez, com mais informação. O custo da sua operacionalidade, particularmente o custo associado ao consumo de energia elétrica, não faz parte da sua *shortlist* de preocupações.

Nas visitas que efetuadas ao edifício hospitalar para a recolha de informação necessária à elaboração deste trabalho, constatamos haver da parte dos responsáveis de manutenção do hospital, uma preocupação com a operacionalidade dos sistemas, mas um grande desconhecimento das funcionalidades dos equipamentos e dos vários modos de operação disponíveis em alguns deles. Verificamos, a inexistência de uma inventariação dos equipamentos associados ao funcionamento das Redes de Telecomunicações e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Constatamos, também, um desconhecimento das funcionalidades de poupança de energia e de eficiência energética que alguns dos equipamentos instalados já comportam. Particularmente, nos equipamentos de televisão, constatamos que não é dado qualquer importância relevante ao fator que mais contribui para a ineficiência energética destes equipamentos – o tempo que o equipamento está no Estado On sem que qualquer utente esteja a usufruir do sinal emitido (do serviço prestado).

Por vezes, chegou a pensar-se que os utilizadores dos serviços de telecomunicações e TIC desconheciam, que os equipamentos associados a esses serviços necessitavam de estar ligados à rede de energia elétrica do edifício, para funcionarem. Também se constatou que os utilizadores ou as pessoas responsáveis por alguns dos serviços desconheciam – ou pelo menos não valorizavam, - o fato de que o tempo de funcionamento do equipamento (mesmo quando este não está a fornecer serviços percecionados pelos utilizadores) é uma das variáveis da fórmula de cálculo da energia elétrica consumida pelo equipamento.

Face à realidade exposta, o primeiro grande desafio foi inventariar os equipamentos: saber que tipo, que quantidades e em que locais, o edifício tem instalado equipamentos de telecomunicações e TIC. A compilação dessa informação ou não existe ou não nos foi disponibilizada.

Com base numa tabela de endereços das extensões telefónicas que encontramos junto da central telefónica, começamos por fazer uma base de dados com os espaços funcionais do edifício em que consideramos haver, potencialmente, equipamentos instalados. Partiu-se do princípio de que se o espaço tem uma extensão telefónica é porque nesse espaço existem serviços de telecomunicações e/ou pessoas que utilizam TIC. E, havendo uma das situações, seguramente há equipamentos de telecomunicações e TIC instalados.

Concluída a elaboração da base com os locais em que potencialmente há equipamentos instalados, passamos à fase de recolha de dados dos equipamentos instalados: tipo de equipamento, funcionalidades básicas e adicionais de cada um, marca, modelo, ano de fabrico e tempos de operação nos vários estados de funcionamento.

A informação que pretendeu recolher é fundamental para fazer uma análise comparativa entre os equipamentos e serviços que o edifício tem instalado, nomeadamente os tempos e os modos em que estão a operar (tempos de operação nos vários estados), com as mais recentes evoluções tecnológicas e as melhores práticas de utilização, emanados pelos vários organismos que tutelam o setor.

A base não foi completada. A disponibilidade de colaboração foi praticamente inexistente, apesar das várias visitas, dos vários telefonemas e dos vários *e-mails*.

A recolha da informação é um trabalho de paciência e persistência que merece ser continuado. Num ambiente hospitalar em que se luta pela manutenção da saúde ou da vida, quem tem disponibilidade para pensar nos kWh que se podem poupar por utilizar, de forma mais eficiente, um equipamento de telecomunicações ou de informação?

5.2. CONTRIBUTOS

Ao longo desta dissertação fizemos uma síntese teórica sobre a temática da eficiência energética nas telecomunicações e nas tecnologias de informação e comunicação.

Foi feita uma abordagem onde esteve sempre presente o fenómeno da mundialização das tecnologias e o quanto esse fenómeno tem contribuído para um mais rápido crescimento na evolução tecnológica. Foram consultados e analisados documentos dos quatro cantos do mundo, e tentou verificar-se o que se anda a estudar, a desenvolver e a produzir, atualmente, pelos maiores *players* do setor.

Em consonância, analisou-se alguns dados sobre o crescimento do número de utilizadores, de equipamentos e de tráfego e, as implicações que a massificação que se verifica, tem nos consumos de energia elétrica mundial.

Em consequência, analisou-se as implicações que as recentes evoluções tecnológicas do setor tiveram e têm, no fenómeno da globalização da economia.

Fez-se uma análise sistematizada à legislação e regulamentação publicada na última década. Em casos particulares de alguns equipamentos, foi dado particular enfoque à legislação ou recomendações publicados nos últimos 3 anos.

No estudo do caso prático, procedeu-se ao levantamento e caracterização das infraestruturas de telecomunicações do edifício, que não existia quando iniciamos o nosso estudo.

Nas várias visitas feitas ao edifício hospitalar tentou alertar-se, os responsáveis e outros utilizadores, para a necessidade de utilizar os equipamentos de acordo com os manuais do utilizador, que acompanham cada um dos equipamentos. Como se trata de um edifício aberto ao público, tentou fazer-se, junto do pessoal do hospital, uma consciencialização para a necessidade de uma utilização racional dos equipamentos, e para a temática dos consumos de energia elétrica associados a esses equipamentos.

Como se constatou, ao aumento da complexidade das tecnologias de rede e respetivos protocolos, da sua rápida evolução em muitas frentes paralelas, ao contínuo aumento do número e tipo de equipamentos ligados à rede do edifício devido à sua rápida expansão, não tem correspondido uma preocupação com a sua eficiência energética.

Desenvolveu-se uma aplicação informática de suporte à auditoria e análise técnico/económica de soluções como um elemento definidor de metodologia de

intervenção e de suporte à mesma. Essa aplicação pretende dar contributos de potenciais economia de energias no edifício.

No seu desenvolvimento esteve presente o princípio de que, a conectividade de rede envolve inerentemente interdependência entre os vários dispositivos e que, alguns dispositivos, quando em rede, podem exigir funções e serviços de outros, o que pode induzir um maior consumo de energia nesses outros dispositivos de rede.

5.3. PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO

Como referido ao longo desta tese, num contexto de rede, é necessário considerar a condição de que os equipamentos funcionam interligados como um sistema e, considerar as tecnologias que permitem a sua interconexão

Este fato apresenta alguns desafios para o desenvolvimento de novas políticas de eficiência energética, diferentes daquelas abordagens que tradicionalmente consideram os equipamentos a funcionar isoladamente. Num contexto de rede, é necessário considerar a condição de que os equipamentos funcionam interligados como um sistema e, considerar as tecnologias que permitem a sua interconexão.

Continua a haver, no entanto, uma série de questões que fazem com que a tarefa de lidar com redes de telecomunicações seja uma das áreas mais difícil da política energética. Considera-se que o tema merece continuação de desenvolvimento. Um esforço maior na inventariação dos equipamentos existentes, utilizando uma ferramenta que seja facilmente atualizável e escalável. Só se pode desenvolver melhores práticas de utilização e, conseqüentemente, melhorar a eficiência energética, conhecendo os equipamentos instalados e forma como operam, particularmente, o tempo e o modo como operam em rede.

Esta inventariação deverá ser multidisciplinar. Juntar numa equipa de inventariação três alunos, representantes dos mestrados de sistemas elétricos de energia, de eletrónica e computadores (telecomunicações) e de informática, parece-nos uma boa solução. Ao criar um bom modelo inventariação e de recolha de dados, estaremos a dar um grande passo (o primeiro passo) para uma utilização mais racional dos equipamentos, e uma melhor eficiência energética.

Este modelo deverá ser capaz de, a cada momento, fornecer outputs dos equipamentos em funcionamento, do modo de operação de cada um – o que está em cada momento em funcionamento e o que é recomendável estar - de por forma a obter uma estimativa dos consumos de energia elétrica, e permitir o fornecimento de alertas sobre desadequação de utilização, em tempo e modo, dos equipamentos mais propícios ao desperdício de energia. No caso de um edifício hospitalar, os equipamentos de vídeo e de difusão de televisão, e monitores dos computadores pessoais, seriam os mais prioritários.

Otimizando os modos e tempos de utilização dos equipamentos, estamos a dar um bom passo na utilização racional dos equipamentos, a melhorar a eficiência energética das redes e das tecnologias de informação e comunicação, e uma poupança efetiva nos custos de operação da mesma. Mas não chega.

Uma análise de investimento, focada na análise da obsolescência e na eventual substituição de alguns dos equipamentos instalados, por outros mais evoluídos tecnologicamente, também deve ser considerada.

Os monitores dos computadores pessoais e televisores são dois dos exemplos mais comuns, em edifícios com as características idênticas ao caso em estudo.

Veja-se o exemplo:

Um monitor de um Computador Pessoal (PC) que apresente um bom nível de conforto ao seu utilizador deve ter uma área de visualização entre 17 e 19 polegadas (medida na diagonal).

- i. O monitor de PC com 17 polegadas da marca LG, modelo LG CB 77 3F-**, fabricado em 2001, com tecnologia TRC e de 1280x1024 pixéis, tem potência de consumo no Modo On Active de 85W, no Modo *Sleep* de 4,5 W e no Modo *Deep Sleep* de 3 W [].
- ii. Um monitor de PC, com mais funcionalidades, de dimensões maiores (19 polegadas) da marca LG, modelo LG E1910S-BN, fabricado em 2014, com tecnologia LED e de 1280x1024 pixéis, tem potência de consumo no Modo *On Active* de 18W, no Modo *Sleep*, menor que 1 W e, no Modo *Deep Sleep*, menor 1 W.

Ao substituir i) pelo ii) verifica-se uma poupança esperada de energia elétrica anual, por monitor, para uma utilização racional, de:

Poupança estimada para o consumo anual de energia elétrica por monitor = [(Potência Elétrica de um monitor ⁽ⁱ⁾ no Modo *On* - Potência Elétrica de um monitor ⁽ⁱⁱ⁾ no Modo *On*) * Tempo de utilização no Modo *On*) + (Potência Elétrica de um monitor ⁽ⁱ⁾ no Modo *Sleep* - Potência Elétrica de um monitor ⁽ⁱⁱ⁾ no Modo *Sleep*) * Tempo de utilização no Modo *Sleep*)] * n° de dias por ano.

Poupança estimada consumo anual de energia elétrica por monitor = [(85 - 18) * 12) + (3 - 1) * 2)]* 365.

Poupança estimada anual de energia elétrica por monitor = 294 920 Wh.

Na análise, considerou-se que o serviço está aberto ao público da 8h às 22h, durante todos os dias do ano e que o (s) utilizador (es) do Monitor o coloca (m) no Estado *Off* após terminar a jornada de trabalho.

Estima-se que no edifício em análise, existam cerca de 300 monitores de PC.

Veja-se agora o exemplo dos televisores.

Este tema já foi analisado na secção 5.4.8, no entanto consideramos que merece uma análise numa outra perspetiva.

Um ecrã de um aparelho de televisão (TV), adequado a um espaço como o de uma Enfermaria ou um Quarto Particular de um Hospital, que garanta um bom nível de conforto aos seus utilizadores, deve ter uma área de visualização entre 21 e 32 polegadas.

- iii. Um televisor com ecrã de 21 polegadas, da marca Philips, modelo 21PT 1557/09, fabricado em 1999, com tecnologia TRC e de 1280x1024 pixéis, tem potência de consumo no Modo *On* de 50W e no Modo *Standby* de menor que 3 W.
- iv. Um televisor com ecrã de 32 polegadas quadradas da marca Philips, modelo 21PT 1557/09, fabricado em 2014, com tecnologia LCD e de 1280x1024 pixéis,

tem potência de consumo no Modo *On* de 29W e no Modo *Standby* de menor que 0,5 W.

Ao substituir iii) pelo iv) verifica-se uma poupança esperada de energia elétrica para uma utilização racional de

Poupança estimada para o consumo anual de energia elétrica por TV = [(Potência Elétrica de uma TV ⁽ⁱⁱⁱ⁾ no Modo *On* - Potência Elétrica de uma TV ^(iv) no Modo *On*) * Tempo de utilização no Modo *On*) + (Potência Elétrica de uma TV ⁽ⁱⁱⁱ⁾ no Modo *Standby* - Potência Elétrica de uma TV ^(iv) no Modo *Standby*) * Tempo de utilização no Modo *Sleep*)] * n° de dias por ano.

Poupança estimada consumo anual de energia elétrica por TV = [(50 - 29) * 14) + (3 - 0,5) * 10)] * 365.

Poupança estimada consumo anual de energia elétrica por TV = 116 435 Wh.

No caso de uma eventual substituição, também há um ganho no conforto e a possibilidade de explorar as funcionalidades automáticas de poupança de energia que o aparelho dispõe.

Considera-se que o televisor tem um período de funcionamento entre as 8h às 22h, durante todos os dias do ano e que, tal como acontece presentemente no Hospital da Prelada, o aparelho apenas passa para os estados de menor consumo após as 22h e por intervenção do responsável da enfermaria.

Virtualização

A maior eficiência energética que se espera venha a ocorrer nos próximos tempos, nas tecnologias de informação, e só possível devido aos avanços verificados na transmissão e *storage* de dados, será a que resultar da desmaterialização que está acontecer no setor.

A introdução da virtualização nos sistemas de telecomunicações e nas tecnologias de informação e comunicação, tem permitido uma redução drástica das funções que até há pouco tempo, apenas era possível pelo *hardware*; muitas dessas funções podem atualmente ser executadas apenas por *software*. A virtualização ocorre quase em todos

os componentes, isto é, servidores, equipamentos de rede como *switches*, *firewalls*, controladores *wireless* e, inclusive, a virtualização de *desktop*.

Vejamos algumas realidades já disponíveis no mercado.

É perfeitamente possível, efetuar uma redução de 70 servidores de *hardware* para apenas 7, 8 ou 9, de *software* fornecendo os mesmos serviços que os 70 servidores forneciam; com segurança, resiliência e eficiência, acrescidas. Ao converter os 70 servidores de *hardware* em servidores de *software*, - virtualizando-os -, estamos, para além do mais, a aumentar a eficiência energética porque, sendo a eficiência de um servidor virtual muito superior a um servidor de *hardware*, a inteligência do sistema pode permitir desligar uma boa parte dos servidores (por exemplo em períodos de menor tráfego) e manter em funcionamento apenas os processamentos necessários.

O consumo energético resultante da energia necessária para alimentar o processamento e manter o espaço climatizado dos servidores, será bem menor quando estamos na presença de 7 servidores de *software*, do que o que era necessário quando estava-mos na presença de 70 servidores de *hardware*.

É possível a virtualização de *desktop*. Essa virtualização também permite grandes poupanças de energia elétrica. Podemos substituir o trabalho de vinte computadores pessoais por 2, 3 ou 4 *hosts* instalados num local num determinado local a servirem 20 clientes (utilizadores) com terminais de muito baixo consumo, e sem perder as suas funcionalidades.

Ao longo da nossa exposição tentamos expor as várias possibilidades que há para abordar a temática da eficiência energética nas Redes de Telecomunicações e das TIC. Efetivamente à massificação e democratização que se tem registado nesta área da atividade económica, não tem correspondido, pensamos nós, uma correspondência na preocupação com a energia elétrica necessária. Do lado tecnológico tem havido alguns avanços: (1) *hardware* mais eficiente; *hardware/software* mais inteligente; evitar a obsolescência dos equipamentos e redes; virtualização; *clouds* (privadas/públicas) – levar a virtualização a um nível de larga escala.

No entanto, muito há muito a fazer na efetivação dessas melhorias tecnológicas. Essa efetivação deve passar pela sensibilização, aos utilizadores, para uma utilização mais racional destes equipamentos. Há pelo menos duas oportunidades para o fazer: pelos prestadores de serviços (operadores), quando estamos perante serviços domésticos; e, pelos responsáveis operacionais das redes dos grandes edifícios.

...You can see the computer age everywhere but not in the productivity statistics.

(Solow, 1987)

6. BIBLIOGRAFIA E WEBGRAFIA

6.1. REFERÊNCIAS PRINCIPAIS

- [1] <http://www.cisco.com/web/PT/press/articles/2014/20141105.html> (consultado em 2014.02.15);
- [2] <http://www.energystar.gov/productfinder/productcertified-televisions/details/2221817> (Consultado em 2015.09.11)
- [3] CISCO, Análise de 2014
- [4] GOUVEIA, Prof. Doutor, BORGES, Tema da apresentação do Gouveia na conferência sobre Crescimento Verde, ISEP, janeiro 2015
- [5] 4E, Energy Efficient End-use Equipment, Programa Implementing Agreement for bb_annual, report 2014, 02_Smart2020Report
- [6] ERICSSON, energy and carbon report, 2013
- [7] HOEVEN, van der MARIA, Diretor Executivo, Agência Internacional de Energia
- [8] ITU, World Telecommunications, ICT Indicators database, 2014
- [9] ANACOM, informação estatística do serviço de acesso à internet, 4.º trimestre de 2014
- [10] EU, European Comission, Digital Scoreboard, 2015
- [11] CISCO, Cisco 2013a, Cisco visual Networking Index forecast and Methdology, 2012-2017
- [12] BELL LABS, At Speed of Ideas
- [13] CETT, Centre for Energy-Efficient Telecommunications, Annual Report 2013
- [14] BIO, Bio Intelligence Service, 2013
- [15] OECD/IEA, More Data, Less Energy OECD/IEA 2014, página 6
- [16] CONTE, ALBERTO, ALCATEL-LUCENT BELL LABS

- [17] Cl. Lange et all, ECO C2009 paper 5.5.3,Lange, et all, 2009
- [18] <http://www.itu.int/>, ITU World Telecommunication/ICT Indicators, The ITU Facts & Figures 2014, available from State of Broadband 2014: Broadband for All: A Report by the Broadband Commission Telecommunication Union (ITU) and the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
- [19] <http://www.itu.int/>, ITU Facts & Figures 2014
- [20] OECD/IEA, More Data Less Energy, 2014, Pág.8
- [21] <http://www.greentouch.org/index>
- [22] GreenTouch Green Meter Research Study: Reducing the Net Energy Consumption in Communications Networks by up to 90% by 2020, A GreenTouch White Paper, Version 1.0, GreenTouch, June 26, 2013 ([http://www.greentouch.org/uploads/documents/GreenTouch Green Meter Research Study 26 June 2013.pdf](http://www.greentouch.org/uploads/documents/GreenTouch%20Green%20Meter%20Research%20Study%2026%20June%202013.pdf), (consultado em 2015.09.11))
- [23] <https://www.alcatel-lucent.com/press/2014/alcatel-lucent-sets-new-world-record-broadband-speed-10-gbps-transmission-data-over-traditional#sthash.pz6WMVlG.dpuf>
- [24] <http://www.anacom.pt/render.jsp?contentId=1363490#.VfmA9BFVhBc> (consultado em 2015.09.14)
- [26] <http://eur-lex.europa.eu> (Agenda Digital da Europa, recomendação redes NGA, 11 de setembro 2013)
- [27]http://www3.alcatellucent.com/Search/s.s?S_FULLTEXT=phantom%20mode&siteId=internet&templateId=search&locale=en&S_PARACAT.specifier=MATCH&S_AUDIT.pageNumber=1&S_AUDIT.action=browse&S_SEARCH.docStart=1&S_PARACAT.value=Portfolio/Products&S_DRUPAL_GROUP.value=Product
- [28] www.energystar.gov/specifications,
- [29] ENERGY STAR, Program Requirements for Telephony Partner Commitments (versão3)
- [30] DOE, U. S. Department of Energy, NOPR Test: Notice of Propose Rulemaking Energy Conservation Program: Test Procedures for Television Sets published in the Federal Register, 77 FR 2864 on January 19, 2012.stnergy Star, International Market Certification

- [30] <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/ict-codes-conduct/code-conduct-digital-tv-services>
- [31] www.lg.com.pt (suporte de produtos, transferir manuais e documentos, pág.140 et all)
- [32] <http://www.tv-manual.com/lg-32lh2010-lcd.html>, (Consultado em 2015.09.14)

6.2. REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES

- I. <http://www.lg.com/uk/hotel-tv/lg-32LK455C-hotel-tv> (Consultado em 2015.09.11)
- II. <http://www.tv-manual.com/lg-32lk455c-lcd.html> (Consultado em 2015.09.11)
- III. <https://data.energystar.gov/Active-Specifications/ENERGY-STAR-Most-Efficient-Televisions/kcm5-p3c5?> (Consultado em 2015.09.12)
- IV. http://www.philips.pt/c-p/21PT1557_01/21-polegada (Consultado em 2015.09.14)
- V. http://www.philips.pt/c-p/21PT1557_01/21-polegada/visao-geral (consultado em 2015.09.14)
- VI. <https://data.energystar.gov/Active-Specifications/ENERGY-STAR-Certified-Televisions/n6gj-5es2?> (Consultado em 2015.09.11)
- VII. <http://downloads.avaya.com/css/P8/documents/100097902> (Consultado em 2015.09.11)
- VIII. <http://www.avayabcm.com/baystack5510.php> (Consultado em 2015.09.11)
- IX. <http://www.extremenetworks.com/product/summit-x480-series#> (Consultado em 2015.09.11)
- X. <http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/unified-ip-phone-7800-series/data-sheet-c78-729488.html> (Consultado em 2015.09.11)
- XI. www.eu-energystar.org/.../db_monitors_archive_obsolete_1995-2001 (Consultado em 2015.09.11)

- XII. <http://www.lg.com/pt/monitores/lg-E1910S-BN> (Consultado em 2015.09.11)
- XIII. <http://www.p4c.philips.com/cgi-bin/dcbint/cpindex.pl?ctn=21PT1557/05&scy=nl&slg=en> (Consultado em 2015.09.11)
- XIV. http://www.philips.pt/c-p/32PFH5500_88/5500-series-televisor-led-full-hd-fino-com-androidtm-e-pixel-plus-hd/especificacoes (Consultado em 2015.09.11)